

Эволюция климата

К. Э. П. Брукс

THE EVOLUTION OF CLIMATE

BY

C. E. P. BROOKS

Электронная книга проекта "Гутенберг" о эволюции климата

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Эволюция климата

Автор: К. Э. П. Брукс

Автор введения и др.: сэр Г. К. Симпсон

Дата выхода: 14 января 2024 [Электронная книга №72714]

Язык: Английский

Оригинальная публикация: Лондон: Benn Brothers, 1922

Кредиты: Тургут Динсер, Джон Кэмпбелл и команда онлайн-корректоров по адресу <https://www.pgdp.net> (Этот файл создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "ЭВОЛЮЦИЯ КЛИМАТА" ***

ПРИМЕЧАНИЕ ПЕРЕПИСЧИКА

Привязки к сноскам обозначены [номером], а сами сноски размещены в конце книги.

Новая оригинальная обложка, прилагаемая к этой книге, находится в общественном достоянии.

Некоторые незначительные изменения в тексте отмечены в [конце книги](#). Они обозначены пунктиром синего цвета, подчеркнутым.

ЭВОЛЮЦИЯ КЛИМАТА

К. Э. П. БРУКС,

M.Sc., F.R.A.I., F.R.Met.Soc.

С ПРЕДИСЛОВИЕМ Г. К. СИМПСОНА, D.Sc., F.R.C.S.,

ДИРЕКТОР МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

ЛОНДОН: BENN BROTHERS, LIMITED

УЛИЦА БУВЕРИ, 8, EC4

ПРЕДИСЛОВИЕ

Геологи на очень раннем этапе истории своей науки, фактически, как только начали изучать окаменелости, обнаружили неоспоримые свидетельства значительных колебаний климата. Растительность, которая привела к добыче угля, могла вырасти только в субтропическом климате, в то время как поверх нее находятся обширные остатки истертых льдом валунов и поцарапанных пород, которые, очевидно, были оставлены льдом, существовавшим в полярных условиях. Такие записи были найдены не только в одном регионе, но и параллельно во многих частях мира. Остатки субтропической растительности были обнаружены на Шпицбергене, а остатки обширного ледяного покрова, перемещающегося на уровне моря с юга, были отчетливо видны в центральной и северной Индии. Сначала было просто замечено, что более древние окаменелости обычно указывали на более теплый климат, и считалось, что ранний климат земного шара, остывающего из расплавленного состояния, был теплым и влажным, и таким образом объяснялись наблюдаемые условия. Было признано, что остатки льда образовались относительно недавно, и в той мере, в какой искали причину ледникового периода, считалось, что астрономических изменений будет достаточно.

Только когда геологи начали находить записи о ледниковых периодах, намного предшествовавших каменноугольному периоду, а астрономы неопровержимыми наблюдениями и расчетами доказали, что изменения орбиты Земли или ее наклон к этой орбите не могли объяснить ледниковые периоды, важность и необъяснимость геологических свидетельств изменений климата стала ясно осознаваться.

За последние несколько лет “палеоклиматологии” было уделено много внимания, но такое изучение чрезвычайно сложно. Лишь очень малая часть всей поверхности земли может быть геологически исследована, и из этой части еще меньшая часть до настоящего времени была детально изучена. Наблюдается большая тенденция к тщательному изучению небольшого региона, а затем к обобщению. Метод исследования, который приходится использовать, чрезвычайно опасен. Геологический горизонт определяется содержащимися в нем окаменелостями. Везде, где находят окаменелости определенного типа, слоям присваивается одна и та же маркировка. Изолированные участки, сопоставимые по их окаменелостям, обнаружены в разных частях света, и часто предполагается, что не только эти породы были заложены в одно и то же время, но и что условия, на которые они указывают, существовали одновременно на всей поверхности земли. Таким образом, геологи говорят нам, что климат каменноугольного периода был теплым и влажным; девонского - прохладным и сухим; эоценового - очень теплым; ледникового - очень холодным.

Но уделял ли геолог достаточное внимание климатическим зонам в различных геологических климатических условиях? Верно, что геолог определенно выразил мнение, что в определенные эпохи климатических зон не существовало; но с метеорологической точки зрения трудно понять, как климат мог быть даже приблизительно одинаковым во всех частях света, если

солнечная радиация определяла температуру поверхности земли как в прошлом, так и в настоящем.

Климатические зоны различных геологических периодов потребуют гораздо более тщательного изучения в будущем; в настоящее время данных практически не существует, а огромная территория, покрытая океаном, всегда будет затруднять исследование и делать выводы сомнительными. Допуская, только ради аргументации, большие изменения средних условий, но с зональными вариациями того же порядка величины, что и существующие сегодня, медленные изменения от периода к периоду будут приводить к тому, что любое данное климатическое состояние будет медленно распространяться по поверхности земли, и это настолько усложнит проблему, что поставит под сомнение возможность каких-либо выводов, пока используются одни и те же критерии для определения как геологической эпохи, так и климатических условий.

Эти соображения в большей степени применимы к более ранним записям, в то время как м-р Брукс ограничил свою работу в основном более поздними записями, начиная с записей Великого ледникового периода, в которых климатические зоны четко обозначены границами льда; но в этой проблеме нельзя ограничивать внимание частью записей, поскольку проверкой любого объяснения должна быть его достаточность для объяснения всех прошлых изменений климата. Никого не удовлетворит объяснение Великого ледникового периода, которое в то же время не объясняет записи о более ранних ледниковых периодах, о которых имеются неоспоримые свидетельства в пермо-каменноугольный и докембрийский периоды, и записи о широко распространенных тропических или субтропических условиях в каменноугольный и эоценовый периоды. Удовлетворяет ли теория мистера Брукса о причинах недавних изменений климата этому критерию, должен решать каждый читатель.

Как говорит мистер Брукс, литература по этому вопросу в настоящее время огромна, и это самая неудовлетворительная литература для переварки и обобщения. Во-первых, многие из оригинальных наблюдений, которые могут быть использованы при изучении климата прошлого, скрыты в массе чисто геологических описаний, и для извлечения климатической руды необходимо провести большую добычу полезных ископаемых. С другой стороны, большинство авторов, специально изучавших климатические изменения, имели свои собственные теоретические идеи, и большая часть их свидетельств была *ex parte*. Возьмем один-единственный пример: в одной статье, беспристрастно обсуждающей свидетельства изменений климата в течение исторического периода, было приведено десять доказательств того, что климат либо неуклонно улучшался, либо неуклонно ухудшался, менялся циклично, либо оставался неизменным. Чрезвычайно трудно прийти к истине на основе такого материала, и еще труднее обобщить нынешнее состояние мнений по этому вопросу.

Можно пожаловаться, что мистер Брукс сам применил тот же метод и написал свою книгу на основе собственной теории. Но была ли какая-либо альтернатива? Существует так много теорий и радикально отличающихся точек зрения, что ни один автор не смог бы ограничиться наблюдениями и сказать, на что они указывают, поскольку показания настолько сильно различаются в зависимости от каждой теории по очереди. И постоянно выдвигаются новые теории; с тех пор как мистер Брукс начал писать эту книгу, Вегенер выдвинул свою революционную теорию, согласно которой полярная ось неустойчива, и континенты перемещаются по поверхности земного шара, как мусор во время наводнения. Где твердая

почва для обсуждения климатических изменений, если сами континенты могут перемещаться от экватора к полюсу и обратно за короткий период в одну или две геологические эпохи?

Мистер Брукс глубоко изучал геологию, антропологию и метеорологию, а также обладает значительными математическими способностями. Применив последнее к результатам своих исследований, он разработал теорию причин климатических изменений, основанную на изменениях площади суши и моря, и на изменениях высоты поверхности суши, и, естественно, он положил эту теорию в основу своей работы.

То, что найдутся те, кто не сможет согласиться с ним относительно достаточности причин, на которые он ссылается, или кто может даже усомниться в том, что он также не принимал как должное то, что оспаривают другие, само собой разумеется; но все согласятся с тем, что он представил сложную тему ясно и сжато, и что метеорологи (и, могу я добавить, геологи?) в глубоком долгу перед ним.

Г. К. Симпсон.

Содержание

	СТРАНИЦА
Предисловие	5
Введение	11
I. Климатические факторы и причины климатических колебаний	15
II. Климатический рекорд в целом	32
III. Условия до четвертичного ледникового периода	42
IV. Великий ледниковый период	47
v. Ледниковая история Северной и Центральной Европы	55
VI. Регионы Средиземноморья в ледниковый период	68
VII. Азия в ледниковый период	76
VIII. Ледниковая история Северной Америки	86
IX. Центральная и Южная Америка	97
X. Африка	103
XI. Австралия и Новая Зеландия	109
XII. Оледенение Антарктиды	114
XIII. Завершение ледникового периода —Континентальная фаза	118
XIV. Послеледниковый оптимум климата	127
XV. Лесной период Западной Европы	136
XVI. “Классический” максимум осадков - с 1800 г. до н.э. по 500 г.	140
XVIIв. Климатические колебания с 500 г.	149 г.

XVIIIв.	н.э.Климатические колебания и эволюция человека	159
XIX.	Климат и история	162
	Приложение—Факторы температуры	166
	Индекс	169

Введение

Следующее исследование представляет собой попытку реконструировать в некоторых деталях последовательность климатических изменений, через которые прошел мир в течение того важного этапа своей геологической истории, который по-разному известен как ледниковый период, плейстоцен, четвертичный период или период существования человека. В то время человечество прошло путь от примитивной стадии, но мало удаленной от высших животных, до зачатков сложной цивилизации, и оно увидело, что человеческая жизнь распространилась от своей колыбели или колыбелей до краев земли; оно увидело, как конфигурация земного шара претерпела ряд изменений, которые завершились установлением физической географии наших дней. Наконец, он стал свидетелем серии поразительных изменений климата, которые почти заслуживают термина “Революции” старых геологов-катастрофистов, по завершении которых мы можем проследить постепенное развитие климатических условий наших дней. Короче говоря, это период огромного интереса, который имеет личное применение, отсутствующее в более отдаленных частях геологического времени, и по этой причине он достоин самого полного изучения.

Что касается геологической литературы о ледниковом периоде, то она огромна, и одному человеку не под силу с ней справиться. О ледниковой геологии территорий, ограниченных несколькими квадратными милями, или даже о отложениях одного участка могли быть написаны тома, и нередко так и было написано. Что касается археологии, то литература пока не столь обширна, но в значительной степени носит технический характер и противоречива. Только когда мы обращаемся за помощью к компетентным метеорологам, мы обнаруживаем серьезный пробел в литературе. В этом нет ничего удивительного, поскольку метеорологи все еще так сильно заняты нынешними капризами погоды, что мало у кого из них есть время углубиться в свои исследования геологического прошлого. Тем не менее, это в высшей степени тот случай, когда прошлое является ключом к настоящему, и, возможно, решение многих проблем, с которыми метеорологи до сих пор безуспешно сталкивались, все же будет предложено исследованиями климатических изменений ледникового периода.

Автор излагает свои взгляды под предлогом того, что он глубоко интересуется всеми тремя науками — геологией, антропологией и метеорологией. Сочетание этих трех предметов, естественно, привело к специализации на их общем месте встречи и вселило в него надежду, что он сможет помочь своим коллегам-геологам и антропологам, познакомив их с некоторыми аспектами метеорологии в их предмете, и сможет открыть своим коллегам-метеорологам увлекательную отрасль их науки.

Однако четвертичный период был не единственным геологическим периодом, в котором наблюдались явления ледникового периода, и для того, чтобы мы могли более полно понять статус четвертичного ледникового периода в длинной череде геологических климатических изменений, а также чтобы избежать обвинения в представлении только части доказательств, была предпринята попытка краткого обсуждения климатических изменений более ранних периодов. План работы следующий: [Глава I](#) в целом посвящена причинам климатических колебаний и метеорологии ледникового периода. В [главе II](#) дается краткий отчет о климатических изменениях в целом, а в [главе III](#) рассматривается третичный период, который считается предшествующим четвертичному ледниковому периоду. В главе IV обсуждается деление ледникового периода и конфликт между сторонниками однократного оледенения и повторных оледенений. [Главы V - XII](#) дают краткий отчет, с точки зрения метеоролога, о ледниковой истории Северной Европы, Средиземноморского региона, Азии, Северной и Южной Америки, Африки, Австралии и южных полярных регионов. В [главах с XIII по XV](#) рассматривается послеледниковая климатология. [Главы XVI](#) и [XVII](#) посвящены основным климатическим колебаниям “исторического” периода, и, наконец, в [главах XVIII](#) и [XIX](#) приводится краткое обсуждение влияния климата на эволюцию и историю человека. Каждая глава завершается краткой библиографией.

ЭВОЛЮЦИЯ КЛИМАТА

ГЛАВА I

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ПРИЧИНЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Климат любой точки на поверхности земли зависит от комплекса факторов, некоторые из которых обусловлены влияниями, поступающими извне Земли, а другие - чисто земными. Поскольку любые колебания климата должны быть вызваны изменением одного или нескольких из них, необходимо, прежде чем мы сможем обсудить изменения климата, кратко рассмотреть, что это за факторы.

Единственным важным внеземным фактором климата является количество лучистой энергии, которая достигает границ земной атмосферы от небесных тел, то есть от солнца, поскольку луной и звездами в этой связи можно пренебречь. Единственным другим мыслимым фактором является прибытие метеоритов, приносящих кинетическую энергию, которая преобразуется в тепло, и вносящих космическую пыль в атмосферу; но крайне маловероятно, что это окажет заметное влияние.

Количество солнечной радиации[1], достигающее земли, зависит, во-первых, от общего количества излучения, испускаемого солнцем, и, во-вторых, от расстояния Земли от солнца, причем обе эти величины являются переменными. Было подсчитано, что при сохранении других факторов рост составил бы десять процентов. солнечное излучение повысило бы среднюю

температуру поверхности Земли примерно на 7 ° C, или между 12 ° и 13 ° F., с, конечно, соответствующим падением для уменьшения.

После того, как солнечное излучение достигает внешних границ земной атмосферы, его характер и интенсивность изменяются в зависимости от состава воздуха, через который оно проходит. В целом сам воздух очень прозрачен для волн небольшой длины, составляющих солнечные лучи, но присутствие мелкодисперсной пыли вулканического или космического происхождения, как показал Хамфриз, является явным препятствием для их прохождения, так что извержения вулканов взрывного характера, такие как Кракатау в 1883 году, Ла Суфриер (Сент-Винсент) в 1902 году или Катмай (Аляска) в 1912 году, могут привести к понижению температуры во всем мире.

Температура земли определяется балансом между излучением, получаемым от солнца, и земным излучением в космос, и снижение последнего было бы столь же эффективным для повышения средней температуры, как и увеличение первого. Использование стекла для теплиц зависит от этого принципа, поскольку стекло прозрачно для тепловых лучей малой длины волны, но в значительной степени непрозрачно для лучей большей длины волны, составляющих земное излучение. Определенные компоненты атмосферы, особенно водяной пар, углекислый газ и озон, эффективны в этом отношении, и изменения в количестве присутствующих этих газов могут влиять на температуру.

Угол, под которым солнечные лучи падают на поверхность Земли, является очень важным фактором. В Тропиках солнце в полдень находится почти вертикально в течение всего года, и средняя температура в этих регионах соответственно высока; с другой стороны, во время долгой полярной ночи солнца не видно в течение полугода, и преобладают очень низкие температуры. Таким образом, в средних и высоких широтах существует сезонное изменение тепла, получаемого от солнца, степень которого зависит от “наклона эклиптики”, то есть наклона земной оси к плоскости ее орбиты вокруг солнца, и любые изменения этого фактора должны изменять сезонные колебания климата.

Далее, поскольку климат любого места очень сильно зависит от его широты, отсюда следует, что при изменении широты изменится и климат. Корабль может менять свою широту по своему желанию, но мы привыкли рассматривать положение “твердой почвы под нашими ногами” относительно полюсов как фиксированное в узких пределах. Однако время от времени эта стабильность подвергалась сомнению, главным образом на основании данных палеоклиматологии, а теории изменения климата основывались на перемещениях континентов и океанов. Наконец, местный климат тесно связан с распределением суши и моря, а также с морскими и атмосферными течениями, возникающими в результате этого, и с высотой над уровнем моря, причем оба этих фактора, как мы увидим, претерпевали очень большие изменения в геологическом прошлом.

Почти все теории, которые были выдвинуты для объяснения геологических изменений климата, и особенно наступления последнего или четвертичного ледникового периода, основаны на аномальном изменении того или иного из вышеперечисленных факторов, и мы можем кратко рассмотреть их по очереди. Очень немногих когда-либо воспринимали всерьез. Во-первых, мы можем сразу же отмахнуться от колебаний в излучении, испускаемом солнцем, как от причины *значительных* изменений климата. Верно, что многие небольшие колебания непосредственно связаны с этой причиной, такие как одиннадцатилетняя периодичность

изменения температуры и количества осадков; но эти колебания больше и должны быть больше на экваторе, чем на полюсах, в то время как падение температуры во время ледникового периода достигало максимума вблизи полюсов и было наименьшим на экваторе. Более того, нет ни малейших прямых доказательств в поддержку такой теории, и ее можно признать только тогда, когда все остальные гипотезы потерпели неудачу.

"Астрономическая" теория причин климатических колебаний связана главным образом с именем Джеймса Кролла. Теория Кролла связывает аномальные колебания климата с изменениями, во-первых, эксцентриситета земной орбиты, а во-вторых, эклиптики. В периоды высокого эксцентриситета полушарие с зимой в афелии холодное, потому что долгая суровая зима далеко не уравновешивается коротким жарким летом; в то же время в противоположном полушарии мягкий и ровный климат. Эта теория сразу же вызвала уважение и до сих пор находит место в учебниках, но вскоре начали возникать трудности. Имеющиеся данные убедительно свидетельствуют о том, что ледниковые периоды не чередовались в двух полушариях, а были одновременными по всей земле; даже на экваторе линия снежного покрова была опущена низко. Более того, на Марсе самая большая снежная шапка появляется на полушарии, когда зима приходится на перигелий. Хотя рассуждения Кролла были удивительно остроумными, он привел очень мало цифр; в то время как дата, которую он называет для завершения ледникового периода, 80 000 лет назад, как показали недавние исследования, является слишком отдаленной, на 15 000 лет ближе к отметке.

Теория Кролла была недавно возрождена в измененном виде Р. Спиталером, чехо-словацким метеорологом, который рассчитал вероятное изменение средней температуры для каждой широты при максимальном эксцентриситете (0,7775) и максимальном наклоне ($27^{\circ} 48'$), при этом распределение суши и воды оставалось неизменным. Результаты приведены в прилагаемой таблице, где - означает, что температура была намного ниже текущего среднего значения, а + - что она была намного выше.

Декабрь афелия. Июнь афелия.

	Зима.	Лето.	Год.	Зима.	Лето.	Год.
	°F.	°F.	°F.	°F.	°F.	°F.
60°с.ш.	-1	-5	-4	-1	30°	-13
+13	-2	+1	-8	-2	Экватор	-8
+4	-8	+4	-6	+1	-6	-2
30°с.ш.	-6	+1	-2	+3	-5	-2
60°	-2	-1	-1	+1	-2	-1

Спиталер утверждает, что этих различий достаточно, чтобы вызвать ледниковый период в полушарии с зимой в афелии, но с этого момента его теория сильно расходится с теорией

Кролла. В течение долгой суровой зимы большие объемы морской воды нагреваются до низкой температуры и из-за своего большого веса опускаются на дно океана, где они остаются холодными и накапливаются из года в год. Но вода, нагретая за короткое жаркое лето, остается на поверхности, где ее тепло рассеивается за счет испарения и излучения. Таким образом, на протяжении холодного периода, длящегося около 10 000 лет, океан в этом полушарии неуклонно становится холоднее, и этой массы холодной воды достаточно для поддержания низкой температуры в течение всего последующего периода в 10 000 лет с зимой в перигелии, которая в противном случае была бы благоприятным периодом. Таким образом, период большого эксцентриситета становится ледниковым периодом по всей земле, но с чередованием гребней максимальной интенсивности в двух полушариях. К сожалению, численная основа этой теории не представлена, и кажется невероятным, что дефицит температуры мог таким образом сохраняться в течение столь длительного периода. Кроме того, сохраняется трудность с хронологией, и эта работа подводит астрономическую теорию к решению проблемы ледникового периода ничуть не ближе, чем это было у Кролла.

Теория, которая связывает колебания климата в геологическом масштабе с изменениями состава атмосферы Земли, принадлежит Тиндалю и Аррениусу и была разработана Чемберлином. Теория предполагала, что температура земли поддерживается за счет “обволакивающего” эффекта углекислого газа в атмосфере. Это действует подобно стеклу теплицы, позволяя солнечным лучам беспрепятственно проникать внутрь, но поглощая тепло, излучаемое с поверхности земли, и возвращая часть его на землю вместо того, чтобы пропускать его и терять в космосе. Следовательно, любое уменьшение количества присутствующего углекислого газа приведет к тому, что земля будет более свободно излучать свое тепло, тем самым снижая свою температуру. Но теперь известно, что земное излучение, которое способен поглощать этот газ, одинаково легко поглощается водяным паром, которого всегда имеется в достаточном количестве, и изменения содержания углекислого газа не могут оказывать сколько-нибудь заметного эффекта.

Здесь можно кратко упомянуть теорию, выдвинутую Хамфрисом, который объяснял оледенение присутствием большого количества вулканической пыли в атмосфере. Потребовался бы огромный выброс вулканической пыли, чтобы в достаточной степени снизить температуру; но в любом случае связь, если таковая вообще существует, между вулканизмом и температурой в течение геологических эпох скорее обратная той, которую предполагал Хамфриз, периоды максимальной вулканической активности чаще совпадают с высокими температурами, чем с низкими. Возможно, лучшим комментарием к теории Хамфриса является то, что в 1902 году Ф. Фрех показал свою полную противоположность: теплые периоды ассоциировались с избытком вулканизма, а холодные - с его уменьшением.

Теория, которая связывает климатические изменения в различных странах с различиями в положении полюсов, была представлена в двух основных формах. Первая известна как теория маятниковости и предполагает существование двух “полюсов колебаний” в Эквадоре и на Суматре. Широта этих точек остается неизменной, а географические полюса качаются взад и вперед вдоль меридиана 10 ° Восточной долготы на полпути между ними. Изменение расстояния от полюса вызывает изменения климата, а движения океана, который приспособляется к изменению полюса быстрее, чем суша, вызывают большие трансгрессии и регрессии моря, а также возвышения и опускания суши.

Альтернативная форма, предложенная П. Крейхгауэром и недавно вновь рассмотренная Вегенером, объясняет очевидные изменения положения полюса не движением земной оси, а предположением, что твердая кора переместилась над ядром земли так, что ось, оставаясь твердой в своем положении, проходит через разные точки земной коры. Причиной этих движений является центробежная сила огромных масс континентов, которые симметрично распределены вокруг земли. Представьте себе один большой континент, покоящийся на субжидкой магме в умеренных широтах. Центробежная сила, действующая на этот континент, имеет тенденцию смещать его к экватору. Таким образом, существует тенденция к уменьшению широты Европы. Аналогичные силы, действующие на протяжении геологических эпох, приводили к тому, что полюса и экватор широко перемещались по поверхности Земли, а также заставляли континенты менять свое положение относительно друг друга. Согласно Вегенеру, в олигоцене существовал только один огромный континент, Америка была соединена с Европой и Африкой, с одной стороны, и через Антарктиду с Австралией - с другой; в то время как Декан простирался на юго-запад почти до Африки. Поляки находились на Аляске и к северу от Фолклендских островов. Трактовка в оригинальной книге Крейхгауэра носит спекулятивный и порой причудливый характер; трактат Вегенера, по-видимому, требует более уважительного внимания, но допускает некоторые существенные возражения. Во-первых, теории этого класса требуют, чтобы оледенение происходило в разных регионах в совершенно разное время, тогда как на следующих страницах мы увидим, что свидетельства очень убедительно указывают на двойное оледенение в течение четвертичного периода, происходившее одновременно по всей земле. Это возражение, которое было фатальным для теории Кролля в ее первоначальном виде, столь же фатально для теорий блуждания по полюсам как объяснения четвертичного ледникового периода. Во-вторых, мы знаем, что последняя фаза этого оледенения, известная как Висконсинский этап в Америке и Вюрмийский в Европе, была высоко развита всего 20 000 лет назад и, вероятно, достигла своего максимума не более 30 000 лет назад. За последние 5000 лет не произошло заметного изменения широты, по крайней мере в Евразии; и кажется невозможным, чтобы обширные изменения, требуемые в географии мира теорией Вегенера, произошли за столь короткое время.

Великое оледенение пермского периода, о котором пойдет речь в следующей главе, - это совершенно другой вопрос. За это время ледяные щиты, по-видимому, достигли своей максимальной площади и простирались до уровня моря в странах, которые в настоящее время находятся близко к экватору, в то время как земли, находящиеся в настоящее время в высоких широтах, оставались безледниковыми. Верно, что в настоящее время ледники существуют в высоких широтах под самим экватором, и при наличии достаточно крутого хребта и достаточно обильных снегопадов такие ледники, возможно, простирались бы до уровня моря; но даже эти условия не привели бы к появлению огромных залежей настоящей валунной глины, которые были обнаружены, и, кажется, нет способа избежать предположения об огромной разнице в положении полюса относительно континентов в это время.

Однако одна только теория Вегенера требует, чтобы оледенение всегда продолжалось в какой-либо части земного шара (если только оба полюса не были окружены широкими океанскими просторами), что трудно согласовать с чрезвычайно определенными и ограниченными оледенениями, которые продемонстрировали геологические исследования. В этих обстоятельствах мы можем ориентировочно объяснить предтретичные ледниковые периоды, объединив теорию Вегенера о движении континентов и океанов в целом с теорией изменения высоты и распределения суши и морей, которая изложена ниже. Иными словами, мы можем

предположить, что положения континентов и океанов менялись относительно как друг друга, так и полюсов медленно, но более или менее непрерывно на протяжении геологического времени; в то время как в определенные периоды распределение суши и морей становилось благоприятным для обширного оледенения регионов, которые в то время находились в высоких широтах.

Географическая теория, утверждающая, что ледниковый период был вызван подъемом в высоких широтах и изменениями в распределении суши и морей, хотя никогда серьезно не оспаривалась, до недавнего времени страдала от отсутствия точности. Настоящий автор попытался исправить это путем тщательного математического изучения связи температуры с распределением суши и моря в настоящее время. Метод в *attack* был следующим: из наилучших доступных изотермических карт всех стран считывалась средняя температура, приведенная к уровню моря, для каждого пересечения десятиградусного квадрата широты и долготы за январь и июль, от 70 ° северной широты до 60 ° Южной широты; это дало 504 значения температуры для каждого из этих месяцев. Вокруг каждой точки был нарисован круг с угловым радиусом в десять градусов, разделенный на восточный и западный полукруги. Площадь каждого полукруга принималась равной 100, и с помощью бумаги в квадрате вычислялся процент суши к востоку и суши к западу; наконец, в каждом месяце вычислялся процент всей окружности, занятой суши, льдом или замерзшим морем, причем эта цифра, естественно, зимой была больше, чем летом. В качестве проекции использовался “восьмиугольный глобус”, опубликованный Метеорологическим управлением, который показывает мир в пяти разрезах, причем ошибка нигде не превышает шести процентов.

Затем эти цифры были проанализированы математически, и на их основе было рассчитано влияние на температуру суши на востоке, суши на западе и льда. Подробные численные результаты приведены в Приложении; здесь достаточно дать следующие общие выводы:

- (1) Зимой расположение суши к западу всегда приводит к снижению температуры.
- (2) Зимой влияние суши на востоке почти незначительно, то есть на восточном побережье континента почти так же холодно, как и в центре континента. Единственным важным исключением из этого правила является 70 ° северной широты, который можно рассматривать как находящийся в поясе полярных восточных ветров.
- (3) Летом общий эффект суши, будь то на востоке или западе, заключается в повышении температуры, но этот эффект нигде не проявляется так ярко, как зимой.
- (4) Эффект льда всегда заключается в снижении температуры.
- (5) Для каждой широты можно найти “базальную температуру”. Это температура, обнаруженная вблизи центра океана на этой широте. Эта “базальная температура” зависит от площади суши в широтном поясе. К полюсу от 20 ° широты увеличение площади суши в поясе очень быстро снижает зимние базовые температуры и в меньшей степени повышает летнюю базовую температуру. “Базальная температура” важна, поскольку это базовая линия, по которой мы намереваемся рассчитать зимние и летние температуры в любой точке путем сложения или вычитания цифр, представляющих локальное влияние суши на соседнюю окружность в 10 °.

В качестве иллюстрации масштаба колебаний температуры, которые могут быть вызваны географическими изменениями, предположим, что пояс между 50 ° и 70 ° северной широты

полностью находится над морем. Тогда мы имеем следующие теоретические температуры; для точки на 60° северной широты на уровне моря:

Январь -30° по Фаренгейту; июль 72° по Фаренгейту

Данные для расчета воздействия льда довольно скудны, но можно привести следующие вероятные цифры, предположив, что рассматриваемый пояс был полностью покрыт льдом:

Январь -30° по Фаренгейту (что касается суши); июль - 23° по Фаренгейту

Предположим, что пояс был полностью океаническим, средняя температура в 60 ° северной широты была бы:

29°С января по фаренгейту; 41° С июля по Фаренгейту

Эти цифры показывают, насколько на самом деле эффективно распределение суши и моря. Из приложения легко рассчитать вероятное распределение температуры в результате любого расположения наземных и водных масс. Поскольку география более поздних геологических периодов теперь известна в некоторых деталях, таким образом, у нас есть средство восстановить климат прошлого и обсудить распределение животных и растений в свете этих знаний. Конечно, не делается вид, что не существует других возможных причин значительных климатических изменений, но, как известно, никаких других, способных серьезно изменить температуру в течение длительных периодов, не применялось. Как мы увидим позже, существуют солнечные и другие астрономические причины, способные слегка изменить климат на несколько десятилетий или даже столетий, но они незначительны по сравнению с мощными колебаниями геологического времени.

При применении результатов этого исследования "континентальности" к предыдущим геологическим периодам был принят метод различий. Нынешний климат принимается за стандарт, и температуры, например, ледникового периода рассчитываются путем добавления к текущим температурам величин, рассчитанных на основе изменения распределения суши и моря, или вычитания из них этих величин. Преимущество этого заключается в сохранении нынешних местных особенностей, например, связанных с наличием дрейфа в персидском заливе, но такая процедура была бы неприменима для совершенно другого распределения суши и моря, такого, какое преобладало в каменноугольный период. То, что это применимо для четвертичного периода, возможно, лучше всего показано следующим сравнением температур, рассчитанных на основе распределения суши, моря и льда, с фактическими температурами ледникового периода, оцененными различными авторитетными источниками (предполагаемое падение):

Населенный пункт.	Автор.	Предполагаемое падение.	Рассчитанное падение.		
			Янв..	Июль.	Среднее значение.
		°F.	°F.	°F.	°F.

Скандинавия	Дж. Гейки	Более 20	36	18	27
Восточная Англия	С. Рид	20	18	13	15
Альпы	Пенк и Брюкнер	11	13	9	11
Япония	Симотомаи	7	9	5	7

Видно, что соглашение довольно хорошее.

Есть еще один момент, который следует учитывать, - влияние высоты. Существование большого массива суши обычно подразумевает, что его часть, по крайней мере, имеет значительную возвышенность, возможно, 10 000 или 20 000 футов, и климат этих высокогорий сильно отличается от климата соседних низменностей. Метеорологи измерили эту разницу в случае температуры и обнаружили, что среднее падение с высотой составляет 1 ° F. на 300 футов. На более низких уровнях падение обычно летом сильнее, чем зимой, но на высоте 3000 футов оно довольно равномерное в течение всего года. Следовательно, совершенно независимо от любого изменения климата из-за увеличения площади суши, подъем на высоту 3000 футов привел бы к падению температуры на 10 ° F. Как зимой, так и летом. Это усиливает эффект увеличения площади суши и способствует образованию ледяных покровов.

Влияние географических изменений на распределение осадков гораздо сложнее. Открытое море является основным источником водяного пара в атмосфере, и поскольку испарение намного выше в жарких, чем в холодных частях земного шара, для значительного выпадения осадков по всему миру в целом в Тропиках должны быть большие акватории. В умеренных широтах водяной пар разносится над сушей береговыми ветрами, и часть его выпадает в осадок там, где воздух вынужден подниматься по склонам холмов или гор. Некоторое количество осадков выпадает при грозах и подобных локальных ливнях, но большая часть осадков в большинстве стран с умеренным климатом связана с прохождением “депрессий”. Это наши знакомые штормы с ветром и дождем; депрессия состоит в основном из ветров, дующих против часовой стрелки вокруг области низкого давления.

Эти центры низкого давления перемещаются более или менее нерегулярно, но почти неизменно с запада на восток в регионах с умеренным климатом. Они обычно образуются над морями или океанами, и, поскольку для их дальнейшего существования необходим запас влажного воздуха, они, как правило, держатся поблизости от водных масс или, в противном случае, от больших речных долин. На большой сухой площади углубления ослабевают или исчезают. Их траектории также в значительной степени определяются положением областей высокого давления или антициклонов, которых они стремятся избегать, перемещаясь с запада на восток на полярной стороне большого антициклона и с востока на запад на экваториальной стороне. Поскольку зимой над обширными территориями суши образуются антициклоны, это еще больше ограничивает пути распространения депрессий вблизи океанов в это время года.

По всем этим причинам следы впадин и, следовательно, количество осадков тесно связаны с распределением суши и моря. Зимой в глубине большого массива суши выпадает мало осадков, за исключением тех случаев, когда он пронизан морским рукавом, подобным Средиземному; с другой стороны, на побережье выпадает большое количество дождя или

снега. Внутренние районы получают дожди в основном весной или летом; если прибрежные земли не имеют большой возвышенности, их будет много, но если побережья гористые, внутренние районы будут засушливыми, как центральные бассейны Азии.

Формирование ледяного покрова эквивалентно установлению вечной зимы на территории, занятой льдом. Низкая температура поддерживает высокое давление, и штормтрапы не могут пересекать лед. В настоящее время впадины редко выходят за пределы внешней окраины Антарктического континента, и они затрагивают только южную оконечность Гренландии. Поскольку общая энергия в атмосфере увеличивается из-за присутствия ледяного покрова, который обеспечивает большой контраст температур между полюсом холода и экватором, частота штормов увеличится, и их следы должны быть сосредоточены на экваториальной стороне ледяного покрова. В южном полушарии мы наблюдаем сильные штормы в "ревушие сороковые"; к югу от Гренландии берега Ньюфаундленда являются регионом сильных штормов. Следовательно, когда ледяной покров покрыл северную и центральную Европу, в Средиземноморском регионе, должно быть, наблюдалось заметное усиление штормовой активности с вероятными дождями как летом, так и зимой.

Но если снегоносные впадины не могут пробиться сквозь ледяной покров, может возникнуть вопрос, как ледяной покров может существовать. Ответ зависит от характера лежащей в основе страны. Такая страна с высоким рельефом, как Антарктида, и, вероятно, как Гренландия, поднимающаяся на максимальную высоту многих тысяч футов вблизи своего центра, черпает питание главным образом из верхних течений, которые текут внутрь со всех сторон, заменяя охлажденный воздух, который выходит наружу вблизи поверхности. Эти верхние течения несут определенное количество влаги, частично в виде пара, но частично конденсированной в виде перистых и даже кучевых облаков.

При низких температурах воздух способен удерживать лишь незначительное количество водяного пара, и этот поток, соприкасаясь с чрезвычайно холодной поверхностью льда, высасывается досуха, а его влага добавляется к ледяному покрову. Вероятно, здесь выпадает мало настоящего снега, но конденсация происходит в основном близко к поверхности, образуя замерзший туман, напоминающий "ледяной туман" Сибири. Даже если центральная часть суши недостаточно высока, чтобы достичь верхнего течения на его нормальном уровне, поверхностный поток холодного воздуха потянет течение вниз до уровня льда. Это согреет его за счет сжатия, но поверхность льда настолько холодная, что в конечном итоге такое потепление мало что изменит. Этот процесс уплотнения гарантирует, что после того, как лед достигнет определенной толщины, он станет независимым от рельефа, и фактически центр скандинавского ледяного покрова лежал не вдоль оси горы, а на некотором расстоянии к востоку от нее.

Вероятно, только по краям ледяного покрова, и особенно в районах со значительным местным рельефом, выпадают снегопады обычного типа, связанные с влажными ветрами, дующими в передней части впадин, которые огибают кромку льда. Но при благоприятных условиях этого источника питания достаточно, чтобы позволить этим местным ледяным покровам поддерживать независимую жизнь, просто сливаясь с краями более крупного слоя там, где они соприкасаются. Примерами таких локальных центров в Европе были ирландский и Шотландский ледники, а на более позднем этапе - Лофотенские ледники на западе Норвегии, а в Америке - Кордильерские ледники в Колумбии.

Пенк и Брюкнер продемонстрировали, что в Альпах увеличение оледенения произошло из-за понижения температуры, а не из-за увеличения количества снегопадов. Аргумент тройной: во-первых, понижение снежного покрова было равномерным по всей альпийской территории, а не нерегулярным, как это было бы, если бы зависело от вариаций снегопада; во-вторых, площадь и глубина исходных снежных полей, питавших ледники, остались неизменными, следовательно, увеличение длины ледников должно было быть связано с уменьшением таяния ниже снежной линии, то есть с более низкими температурами; в-третьих, верхняя граница роста деревьев в Европе понизилась примерно на ту же величину, что и снежная линия. Тот же вывод справедлив и для великих ледяных покровов Скандинавии и Северной Америки, расширение которых, несомненно, произошло из-за сильного понижения температуры. В случае с Альпами выявился интересный момент: падение температуры, хотя и частично из-за увеличения высоты, в основном объясняется присутствием скандинавского ледяного покрова, влияние которого распространилось на многие мили за пределы фактического оледенения, так что его подъем и убыль точно воспроизводятся в альпийских ледниках, вплоть до деталей окончательного отступления после последнего максимума.

Только когда мы обращаемся к тропическим и субтропическим регионам, мы обнаруживаем, что колебания температуры не могут объяснить усиление оледенения. Изменения в распределении суши и моря были не только в гораздо меньших масштабах, чем дальше на север, но и в Приложении показано, что значение температуры при соответствующем изменении площади суши также намного меньше. Но высокие межтропические горы — Анды, Кения и Килиманджаро в Центральной Африке, — которые сегодня покрыты ледниками, в четвертичные времена покрывали гораздо более крупные. Мы не можем говорить о снижении температуры по вышеуказанной причине, а также потому, что на более низких уровнях нет признаков более холодных условий. В ледниковый период морская фауна была такой же, как и сегодня, а горы, которые сейчас не достигают линии снегов на несколько сотен футов, даже тогда еще не покрылись льдом. Единственной альтернативой является увеличение количества выпавшего снега на более высоких горах. К счастью, это хорошо согласуется с метеорологической теорией. Количество дождей и снегопадов в тропических регионах зависит, прежде всего, от испарения над океанами. Но скорость ветра оказывает глубокое влияние на испарение; а ветер, который в Тропиках отражает силу атмосферной циркуляции, зависит от температурного градиента между экватором и полюсами; поскольку нет никаких свидетельств какого-либо заметного изменения температуры в Тропиках в целом, в то время как в холодных умеренных и полярных регионах произошло очень сильное понижение температуры, температурный градиент и, следовательно, в конечном счете, в тропиках и субтропиках дожди и снегопады, должно быть, очень сильно увеличились. Отсюда усиление оледенения высоких гор вблизи экватора, а также свидетельства “плювиальных периодов” в субтропических засушливых регионах по обе стороны экватора.

Таким образом, в ледниковые периоды мы имеем:

- (1) Возвышение в высоких широтах привело к значительному увеличению площади суши там.
- (2) Как возвышение, так и увеличение площади суши привели к снижению температуры, существенно возросшей из-за постепенного образования огромных ледяных покровов.

(3) Эти ледяные щиты вызвали образование дополнительных ледяных щитов на их южной и западной границах.

(4) Снижение температуры в высоких широтах увеличило тепловой градиент между экватором и полюсами, что привело к:

(a) Усилились снегопады и, следовательно, усилилось оледенение высоких гор вблизи экватора.

(b) Плувиальные периоды в субтропических засушливых регионах.

БИБЛИОГРАФИЯ

Хамфриз, У. Дж. “Физика воздуха”. Филадельфия, 1920. [Часть 4, стр. 556-629.]

Чемберлин, Т. С. “Попытка сформулировать рабочую гипотезу о причине ледниковых периодов на атмосферной основе”. Журнал геологии (американский), Том 7, 1899, стр. 545-84, 667-85, 751-87. [Теория двуокиси углерода.]

Кролл Дж. “Климат и время в их геологических отношениях”. Лондон, 1875. “Дискуссии о климате и космологии”. Лондон, 1889. [Эксцентриситет земной орбиты.]

Spitaler, R. “Das Klima des Eiszeitalters.” Prag, 1921. Литографировано. [Эксцентриситет орбиты Земли. Рецензия в журнале Meteorological Magazine, Лондон, сентябрь 1921 г.]

Simroth, H. “Die Pendulationstheorie.” Leipzig, 1908.

Kreichgauer, P. “Die Aequatorfrage in der Geologie.” Штайр, 1902.

Wegener, A. “Die Entstehung der Continente und Ozeane.” Die Wissenschaft, Bd. 66, Braunschweig, 1920.

Köppen, W. “Ueber Aenderungen der geographischen Breiten und des Klimas in geologischer Zeit.” Stockholm, Geografiska Annaler, 2, 1920, pp. 285-99.

Брукс, К. Э. Н. “Континентальность и температура”. Ежеквартальный журнал Королевского метеорологического общества, том 43, 1917, стр. 169; и 44, 1918, стр. 253. [Влияние распределения суши и моря.]

Enquist, F. “Eine Theorie über die Ursache der Eiszeit und die geographischen Konsequenzen derselbe.” Булла. Геология. Институт, Упсала, 13, 1915, № 2. [Влияние распределения суши и моря.]

Хоббс, У. Х. “Характеристики существующих ледников”. Нью-Йорк, 1911. [Ледниковый антициклон.]

ТАБЛИЦА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМАЦИЙ

Четвертичный

{ Недавний

{ плейстоцен

Третичный или кайнозойский	{ Плиоцен { Миоцен { Олигоцен { Эоцен
Мезозойский или вторичный	{ Меловой период { Юрский период { Триасовый период
Палеозой	{ Пермский { Каменноугольный период { Девонский { Силурийский { Ордовик ордовик
{ кембрийский протерозой	докембрийский

ГЛАВА II

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ЛЕТОПИСЬ В ЦЕЛОМ

Примечательным фактом является то, что одна из древнейших известных осадочных пород имеет ледниковое происхождение и указывает на наличие ледяного покрова на очень ранней стадии истории земли. Это “тиллит”, или валунная глина, обнаруженная профессором Коулманом у основания нижнего гурона (раннего протерозоя) в Канаде. Он простирается в восточном и западном направлениях на 1000 миль через северное Онтарио и на 750 миль к северу от северного берега озера Гурон. Он покоится на поцарапанной или отполированной поверхности различных пород, и включенные в него валуны не всегда являются местными, но некоторые были привезены издалека. Все эти знаки указывают на большой ледяной покров.

Следы протерозойских оледенений были обнаружены в различных других частях света, и некоторые из них могут быть того же возраста, что и канадский ледниковый щит, но их точную датировку пока установить невозможно. Интересным примером является западная Шотландия, которая, по мнению Дж. Гейки, была покрыта льдом с северо-запада, который с тех пор погрузился в Северную Атлантику. Другие ледниковые остатки, без сомнения, были уничтожены или глубоко погребены, в то время как некоторые, возможно, все еще ожидают открытия, и в настоящее время мы должны довольствоваться констатацией наступления ледникового

периода в это время, не пытаюсь каким-либо образом описать распределение климатов по земному шару.

Последовал длительный период более мягкого климата в Америке, о чем свидетельствуют мощные залежи известняка с остатками рифообразующих организмов и других морских обитателей. Этот период, возможно, прерывался по крайней мере один раз из-за повторения ледниковых условий, но доказательства этого сомнительны. Следует помнить, что продолжительность протерозоя была очень велика, по крайней мере, так же велика, как и все последующее время, в то время как те его остатки, которые нам сейчас известны, немногочисленны и разрозненны, так что многое из того, что произошло за это время, является закрытой книгой. Только в самом конце протерозоя мы снова находим неоспоримые свидетельства широкомасштабного действия ледников.

Это второе великое оледенение первоначально относилось к самому раннему кембрию ([см. Таблицу геологических формаций](#) в конце главы I), но более поздние данные показывают, что оно немного старше самого древнего месторождения, которое можно отнести к этой серии, и его можно обозначить как докембрийское оледенение. Тиллиты этого возраста были обнаружены в районе средней Янцзы в Китае и в Южной Австралии (где они простираются от 20 миль к югу от Аделаиды до 440 миль к северу, протяженностью с востока на запад 200 миль). Ледниковые отложения, которые, вероятно, относятся к этому периоду, были обнаружены также в Индии, как на Декане, так и близ Симлы, на обширной территории в Южной Африке и на крайнем севере Норвегии. Такое распределение предполагает наличие двух центров оледенения: одного между Китаем, Индией и Австралией, а другого - на северо-западе Европы. Юго-восточный из них был самым обширным и, вероятно, указывает на кольцо оледеневших континентов, окружающих полюс, а не на единый огромный ледяной покров.

Во время кембрия все свидетельства ледникового периода исчезают, и вместо этого мы имеем свидетельства теплого, довольно однородного климата при обильной морской флоре и фауне. Это продолжалось в ордовике и усилилось в силурийский период, когда рифовые кораллы обитали в морях всех частей света. Земные отложения странным образом отсутствуют во всех этих сериях, и это наводит на мысль, что в отсутствие какого-либо значительного горообразования и возвышения мелководные моря простирались почти по всей поверхности, сопровождаясь мягким океаническим климатом, простирающимся до высоких широт.

В конце силура наступил период горообразования и формирования континентов. Вымирание многочисленных видов морских организмов и быстрая эволюция других указывают на то, что моря становятся более прохладными, а жизненный стресс - более острым. В последующий девонский период в Южной Африке были обнаружены свидетельства ледниковых условий в виде толстого слоя кварцитов с бороздчатой галькой длиной до пятнадцати дюймов, но типичной валунно-глинистой породы обнаружено не было. Есть также несколько сомнительных следов из Англии. Однако наиболее примечательным проявлением девона на Британских островах является мощное отложение красного песчаника (Old Red Sandstone) того типа, который образуется в неглубоких лагунах или замкнутых бассейнах и предполагает пустынные условия, так что количество осадков на Британских островах, вероятно, было небольшим.

Эти континентальные условия исчезли к концу девонского периода, и, по-видимому, обширные теплые океаны снова распространились по большей части земного шара, что связано с развитием кораллов, образующих рифы. Климат оставался теплым и стабильным на протяжении

большей части каменноугольного периода. Важной особенностью этого периода является огромная система угольных пластов, которая простирается через Северную Америку и Европу до Китая, с северными и южными границами на 80° северной широты (северо-восточная Гренландия и Шпицберген) и 15° южной широты (река Замбези). Вегенер, обобщая полученные данные и особенно учитывая отсутствие годовых колец на деревьях, приходит к выводу, что пласты угля представляют собой остатки влажных тропических лесов, когда экватор проходил через Европу примерно на 30 градусов севернее своего нынешнего положения.

К концу каменноугольного периода началось великое горообразование, в результате которого образовалась знаменитая Гондвана, включающая южную и центральную Африку, южную Азию, часть Австралии и, возможно, Бразилию. Однако из рассмотрения ледниковых свидетельств, как будет видно позже, следует, что это, вероятно, было кольцо соседних и частично примыкающих участков суши, а не единый огромный континент. В то же время климат стал прохладнее, и в южном полушарии развилась более выносливая растительность, известная как *флора* глоссоптерисов, включая древесные деревья с годовыми кольцами, обозначающими времена года. Крупные насекомые угольных лесов, которые не подверглись метаморфозе, были заменены более мелкими видами, которые действительно прошли через такую стадию; считается, что это изменение привычки связано с тем, что зимы стали суровыми, так что насекомые научились впадать в спячку во время них. В ранней перми Гондвана была занята огромными ледяными покровами, остатки которых в виде тиллитов большой толщины, истертых льдом поверхностей и бороздчатых валунов были обнаружены в Южной Африке, Бельгийском Конго и Тоголанде, Тасмании и широко разделенных частях Австралии, полуостровной и северо-западной Индии, а также, вероятно, в Афганистане. В Индии ледниковые борозды показывают, что ледяной покров двигался на север, в то время как в Южной Африке он двигался на юг, то есть в обоих случаях прочь от нынешнего экватора. Широко распространенные ледниковые остатки были обнаружены также в Бразилии, северной Аргентине и на Фолклендских островах, а вероятные следы есть близ Бостона в Северной Америке, в Армении, на Урале и в Альпах, и, возможно, также в Англии.

Реконструкция географии этого периода Вегенером помещает южный полюс немного к юго-востоку от Южной Африки, в окружении огромного континента, состоящего из стыка Африки, Южной Америки, Антарктиды, Австралии и протяженного Декана, добавленного за счет сглаживания складок Гималаев. Этот огромный приполярный континент, по его мнению, был местом образования огромной ледяной шапки. Северный полюс находился в Тихом океане, так что почти на всех остальных участках суши царил умеренный или тропический климат.

Признается, что такое своеобразное распределение ледниковых остатков, по-видимому, требует положения полюса где-то вблизи описанного Вегенером, но теория единой полярной ледяной шапки, простирающейся за пределы 50° широты почти со всех сторон, представляет трудности. Из механизма поступления снега на ледяной покров, описанного в предыдущей главе, следует, что, за исключением краев, вся выпавшая влага должна быть принесена верхними течениями. Но даже если мы примем во внимание увеличение силы атмосферной циркуляции из-за образования ледяной шапки, существует ограничение на поступление влаги в результате этого процесса. Вся такая влага должна пересекать периферию, и с увеличением радиуса количество квадратных миль площади на каждую милю периферии становится больше, сначала медленно, затем все более и более быстрыми темпами. В [главе VIII](#) мы увидим, что даже

североамериканский четвертичный ледниковый щит стал громоздким по этой причине и несколько раз менял центр.

Следовательно, кажется, что *сближение* континентов в пермо-каменноугольный период не обязательно было таким полным, как предполагает Вегенер, поскольку ледниковые явления легче объяснить кольцом континентов, окружающих полярное море, как в случае четвертичного оледенения северного полушария. Локальные пермские оледенения Европы и Северной Америки, некоторые из которых пришлись близко к экватору Вегенера, легко объяснимы горными ледниками, подобными ледникам Рувензори и других тропических гор в четвертичном периоде. В Южной Африке, Бразилии и Новом Южном Уэльсе были межледниковые периоды, которые усиливают сходство между пермским и четвертичным ледниковыми периодами.

В верхнепермские времена наблюдалось широкое распространение засушливого климата, особенно в нынешних умеренных частях Северной Америки и Европы. Вегенер объясняет это северным расположением экватора, который переносит субтропический пояс пустынь (Сахара, Аризона) в эти регионы. В Триасе эти условия постепенно уступили место другому периоду широко распространенных теплых мелководных морей с обильной морской жизнью и кораллами, распространяющихся на большую часть земного шара, даже на арктическую Аляску. В Соединенных Штатах сохранились остатки лесов этого периода, в которых на стволах деревьев очень мало признаков годовичных колец, что указывает на то, что сезонные изменения были незначительными, так что климат снова стал мягким и океаническим.

В Lias (нижняя юра) наблюдалось движение земной коры и вулканическая активность, сопровождавшиеся образованием суши и постепенным понижением температуры. Произошло значительное сокращение численности и географического ареала кораллов, и большинство видов насекомых относятся к карликовым типам. Однако нет никаких свидетельств действия ледников.

Верхнеюрский период, по-видимому, был теплее, чем лиасский. Насекомые большого размера и кораллы снова получили очень широкое распространение, но существует достаточно различий в морской фауне разных регионов, чтобы указывать на большее развитие климатических зон, чем в периоды крайней океанизации, такие как поздний триас. Шухерт указывает, что растения Луи-Филиппа, произрастающие на 63 ° южной широты, такие же, даже в отношении видов, как и в Йоркшире.

В меловой период климат поначалу был похож на юрский, и деревья росли на Аляске, Гренландии и Шпицбергене. Эти деревья, однако, имеют выраженные годовичные кольца, что указывает на значительную разницу времен года, в то время как деревья этого возраста, найденные в Египте, лишены колец. Ближе к концу мелового периода произошло множество движений земной коры и мощных извержений вулканов, сопровождавшихся значительным снижением температуры, что привело к исчезновению многих форм жизни и быстрой эволюции других. Однако нет никаких свидетельств ледникового воздействия в меловой период, хотя в начале эоцена произошло локальное оледенение гор Сан-Хуан в Колорадо. Согласно У. У. Этвуду, это оледенение было двойным: первая стадия относилась к альпийскому типу горных ледников, отделенная межледниковьем от второй стадии, которая была пьемонтского типа (горные ледники, распространяющиеся по равнине у подножия горы). Однако это эоценовое оледенение больше нигде не было обнаружено, а климат третичного периода, который более

подробно рассматривается в следующей главе, был в целом теплым и океаническим, становясь суровым к его концу.

Подводя итог, мы обнаруживаем, что в геологической истории земли, по-видимому, чередовались два основных типа климата. После периодов сильного движения земной коры и образования больших территорий суши общий климат был прохладным, с выраженным зональным распределением температуры, кульминацией которого по крайней мере в течение четырех периодов было образование огромных ледяных покровов внутри страны. Именно в такой период, хотя, к счастью, не в самом худшем, мы живем в настоящее время. С другой стороны, в периоды покоя, когда эти континенты в значительной степени исчезали под водой, климат становился мягким и ровным и приближался к однородности на большей части земного шара. В эти времена, как только поверхностная вода моря в высоких широтах начинала остывать, она опускалась на дно, и ее место занимала более теплая вода из более низких широт. Океаническая циркуляция была очень полной, но холодных поверхностных течений практически не было. Вместо этого, вероятно, имел место общий дрейф поверхностных вод из низких широт в высокие (с тенденцией к востоку из-за вращения земли) и обратный дрейф охлажденной воды по дну океана. Образование морского льда вблизи полюсов стало невозможным, в то время как широкое распространение морской флоры и фауны было облегчено.

Часто замечалось чередование периодов деформации земной коры с периодами покоя, которое было названо “геологическим ритмом”. Это можно объяснить постепенным накоплением небольших деформаций в течение периода покоя до достижения критической точки, когда происходят движения земли до восстановления равновесия, когда процесс повторяется.

Постепенная эрозия суши под действием рек и волн и последующее смещение нагрузки создают определенную нагрузку; но это локально и требует только локальной корректировки. Более эффективным средством в целом может быть постепенное замедление вращения земли под влиянием приливного трения. Механизм этого процесса был описан А. Э. Х. Лавом (“Природа”, 94, 1914, стр. 254): “Поверхность океана, помимо волн и приливов, в любое время представляет собой фигуру равновесия, соответствующую скорости вращения в данный момент времени, более сплюснутую, когда скорость больше, менее сплюснутую, когда она медленнее. Давайте представим, что литосфера также в какой-то момент времени является фигурой равновесия, отвечающей скорости вращения в данный момент. Если бы скорость оставалась постоянной, литосфера сохранила бы этот показатель, и вещество внутри нее всегда оставалось бы в одной и той же конфигурации без необходимости поддерживать какое-либо внутреннее касательное напряжение. Теперь предположим, что скорость вращения постепенно уменьшается. Поверхность океана постепенно будет становиться все менее и менее сплюснутой. Литосфера также постепенно станет менее сплюснутой, но не до такой степени, чтобы достичь равновесия, соответствующего уменьшенной скорости вращения, в то время как вещество внутри нее перейдет в состояние постепенно увеличивающегося внутреннего касательного напряжения. Влияние на распределение суши и воды будет заключаться в том, что глубина океана будет постепенно уменьшаться в более низких широтах и увеличиваться в более высоких, при этом широты без изменений составят $35^{\circ} 16'$ северной широты и Южной широты

“Внутреннее касательное напряжение в веществе внутри литосферы может увеличиться настолько, что его больше нельзя будет поддерживать. Если это произойдет, произойдет серия локальных разломов, продолжающихся до тех пор, пока литосфера снова не будет значительно приближена к фигуре равновесия, которая будет менее сплюснутой, чем первоначальная фигура. Влияние на распределение суши и воды будет заключаться в том, что глубина океана будет увеличиваться довольно быстро и скачкообразно в более низких широтах и уменьшаться в более высоких.

“Соответственно, геологические изменения, которые теория приливного трения заставляет нас ожидать, представляют собой своего рода ритмическую последовательность, включающую длительные периоды сравнительного покоя, отмеченные тем, что Зюсс называет “положительными движениями стрэнда” в более высоких широтах и “отрицательными движениями” в более низких, чередующиеся со сравнительно короткими периодами большей активности, отмеченными подъемом суши вокруг полюсов и опусканиями в экваториальных регионах”.

Основные периоды корректировки по этой схеме приходятся на начало и конец протерозоя, пермо-каменноугольный период и четвертичный период. По крайней мере, два последних были периодами большого движения земли, в то время как два первых были также континентальными периодами, поскольку массы суши были большими и достаточно высокими, чтобы образовались ледяные щиты.

Сложный вопрос, поднятый низкими широтами, в которых в основном развивались докембрийские и пермокаменноугольные оледенения, пока нельзя считать решенным, но геологические факты убедительно говорят в пользу ледяных покровов, а не горных ледников, и, практически говоря, метеорологически невозможно, чтобы большие ледяные щиты простирались до уровня моря в тропиках, в то время как остальной мир имеет умеренный климат. Единственное спасение, по-видимому, состоит в том, чтобы занять положение Южного полюса где-нибудь между Африкой, Индией и Австралией на протяжении всего протерозойского и палеозойского периодов. С другой стороны, начиная с юрского периода, нет никакой реальной поддержки гипотезе о том, что положение полюсов было иным, чем сейчас. Объяснение Вегенером четвертичного ледникового периода, как мы видели, несостоятельно. Переходный период, по-видимому, приходится на позднюю пермь и триас. Ледниковые периоды протерозоя и пермо-каменноугольного периода были гораздо менее определенными на севере, чем на юго-востоке; но такими, какими они были, они, по-видимому, были наиболее суровыми на востоке Северной Америки, куда лед шел с севера; в Европе также есть некоторые следы ледников. Это указывает на то, что Северный полюс не мог находиться в Северной части Тихого океана, которая противоположна Южной части Индийского океана. Следовательно, кажется, что нам следует учитывать не столько блуждание полюсов в целом между континентами, сколько отрыв в конце палеозойского периода отдельных частей антарктического континента и их дрейф на север, к экватору. Не вдаваясь в математическую суть вопроса, представляется вполне возможным, что периодическая перегрузка приполярных континентов большими массами льда могла иметь такой эффект с течением времени,^[2] но это предположение выдвигается ориентировочно для рассмотрения, а не как определенная

гипотеза. Мы должны быть благодарны за то, что в следующей главе мы находимся на более безопасной почве.

БИБЛИОГРАФИЯ

Коулман А. П. “Климат и физические условия раннего докембрия”. Geol. Mag. (6), Т. 1, 1914, с. 466.

Eckardt, W. R. “Paläoklimatologie.” Sammlung Goschen, Leipzig, 1910.

Гейки Дж. “Эволюция климата”. Эдинбург, Шотландия. Geogr. Mag. (6), 1890, с. 57.

Грабау, А. В. “Принципы стратиграфии”. Нью-Йорк, 1913, стр. 74, и далее.

Neumayr, M. “Ueber klimatischen Zonen während der Jura- und Kreidezeit.” Wien, Denkschr. Ak. наук., 47, 1883, с. 211.

Ramsay, W. “Orogenesis und Klima.” Официальные документы Финской ветенщины. Соч. Forb., 52, 1909-10, А, № 11. Гельсингфорс, 1910.

Шухерт С. “Климат геологического времени” В книге “Климатический фактор, проиллюстрированный в засушливой Америке” Эллсворта Хантингтона. Вашингтон, 1914, Стр. 2.

ГЛАВА III

УСЛОВИЯ ПЕРЕД ЧЕТВЕРТИЧНЫМ ЛЕДНИКОВЫМ ПЕРИОДОМ

Третий из великих периодов, на которые делится геологическая летопись, известен как третичный. На большей части своей протяженности он, по-видимому, характеризовался удивительно мягкими и ровными климатическими условиями, простирающимися в сравнительно высоких широтах, так что, например, западное побережье Гренландии имело флору почти субтропического характера. Поскольку растения, о которых идет речь, в основном пальмы и саговники, не относятся к тем видам, которые встречаются в наши дни, небезопасно основывать на них численные оценки температуры, но, по крайней мере, очевидно, что в этих регионах было теплее, чем сейчас.

Давайте на мгновение взглянем на географию третичного периода. Наиболее заметной точкой является огромное морское пространство над юго-восточной Европой, включая страны Средиземноморья, простирающееся далеко за Черное и Каспийское моря и протянувшееся огромным рукавом до Северного Ледовитого океана к югу от Новой Земли. Геология архипелага к северу от Канады пока хорошо не изучена, но представляется вероятным, что там также была значительная область третичного океана. Море еще больше вторглось в нынешние границы Северной Америки, как на востоке, так и на западе, а также на северо-восточное побережье Азии. Принимая во внимание принципы, изложенные в первой главе, мы можем сделать вывод из этих изменений о значительном повышении зимней температуры в регионах вдоль

Северного полярного круга. Увеличение достигло максимума на западе Гренландии и в Западной Сибири, но на западном побережье Аляски также был явно теплый климат в позднем миоцене и плиоцене.

Бассейн Северного Ледовитого океана, который уже существовал на той стадии, был поднят до температуры, значительно превышающей нынешнюю, тремя большими потоками теплой воды, впадающими в него. Если бы, как кажется вероятным, Берингов пролив был глубже, а подводный хребет через Северную Атлантику менее выражен, препятствий для оттока холодной воды по дну океана было бы гораздо меньше, чем сейчас. Наконец, зимние температуры на материковых массивах к югу, и особенно в Сибири, были уже гораздо менее суровыми из-за моря над Европой, и температура воды в великих реках, впадающих в Арктику, была не такой низкой. По этим причинам образование льда в Северном Ледовитом океане значительно уменьшилось, а возможно, и вовсе отсутствовало, что привело к значительному улучшению климата Гренландии, суровость которого в настоящее время значительно усиливается из-за льдов, стекающих по Гренландскому морю и огибающих мыс Фарвелл.

Совокупным эффектом всех этих изменений — увеличения площади акватории, увеличения притока теплых поверхностных вод, уменьшения притока холодной речной воды, уменьшения образования льда — должен был стать мягкий, равномерный дождливый климат, полностью соответствующий богатой растительности. Субтропический аспект этой растительности не следует подчеркивать, поскольку он, вероятно, в такой же степени отражал геологический возраст рассматриваемого периода, как и его климат.

Может быть выдвинуто возражение, что в настоящее время субантарктические острова в великом Южном океане имеют самый морской климат в мире, но ни в коем случае не являются местами с богатой растительностью. Разница полностью объясняется присутствием большого ледяного Антарктического континента. Его эффект двоякий. Во-первых, ледники ежегодно сбрасывают в Южный океан огромное количество льда и ледяной воды, что должно оказывать заметное влияние на температуру. Во-вторых, присутствие этого покрытого льдом континента и плавучих льдов в его окрестностях, простирающихся до шестидесятой параллели, образуя заметный контраст с более теплыми водами дальше на север, значительно усиливает силу атмосферной циркуляции в этих регионах, что приводит к развитию большой серии сильных штормов, которые проносятся над субантарктическими островами. Здесь нет больших массивов суши, которые могли бы ослабить силу ветра, и эти широты относятся к числу самых штормовых регионов Земли - шторм следует за штормом, как зимой, так и летом; и во многом необычайной силе ветра мы должны приписать пустынный вид островов.

Нарисованная нами картина высоких северных широт в ранний третичный период сильно отличается. Огромный теплый океан занимал арктические регионы, питаемый тремя океанскими течениями, аналогичными дрейфу в Персидском заливе, и понижение температуры происходило постепенно от тропика к полюсу. Обратные, более холодные течения проходили в основном по дну океана, и при незначительном образовании льда штормы были немногочисленными и несильными. На западных берегах континентов преобладали мягкие, приносящие дожди юго-западные ветры, и существовала спокойная влажная теплая атмосфера, которая была особенно благоприятна для жизни растений. Такое благоприятное положение дел сохранялось до конца миоцена, а затем начались изменения. Распределение суши и морей претерпело существенные изменения. Огромный третичный континент, или

архипелаг, который, как полагают, существовал в западной части Тихого океана и последние сохранившиеся вершины которого теперь образуют разбросанные острова этого океана, постепенно опустился, и на его месте началось возвышение в более высоких широтах. Берингов пролив стал узким и мелководным и, вероятно, на какое-то время был полностью закрыт, в то время как соединение между Северным Ледовитым и Индийским океанами было закрыто навсегда, оставив в его низменностях цепь больших внутренних морей и озер, крупнейшими представителями которых в настоящее время являются Каспийское и Аральское моря. Канадский архипелаг, вероятно, был поднят выше своего нынешнего уровня и образовал большое северное продолжение континентальной части Америки. Изменения в Атлантике также были очень обширными. Вест-Индия была местом расположения большого и возвышенного Антильского континента; далее к северу к востоку от Ньюфаундленда простирался значительный массив суши; Гренландия соединялась на западе с протяженным американским континентом и значительно расширялась к юго-востоку. Исландия, хотя и оставалась островом, была возвышена и, вероятно, почти удвоилась по площади, а между Исландией и севером Шотландии образовался большой подводный хребет, который местами мог возвышаться над морем, а мог и не возвышаться. Британские острова превратились в сплошную глыбу суши, объединенную с континентальной Европой через Ла-Манш и великую равнину, которая сейчас является Северным морем. Скандинавия была поднята более чем на тысячу футов, и возвышенность простиралась по крайней мере до Шпицбергена. Территория Мурмана имела значительную протяженность. В Восточной Азии Охотское море было сушей, а Япония была соединена с материком.

В южном полушарии наши знания далеко не столь подробны. Наличие морских отложений среднего и третичного периодов с моллюсками умеренного климата на земле Грэма и растительных отложений на острове Сеймур указывает на меньший антарктический континент и гораздо более теплые условия в это время как на юге, так и в Северных полярных регионах. Что касается конца третичного периода, то у нас есть веские основания в распределении животных и растений предположить, что Антарктический континент значительно увеличился в размерах, поскольку мысы соединяли его с Австралией, с одной стороны, и с Южной Америкой - с другой. Площадь Новой Зеландии значительно увеличилась, а Южная Африка, вероятно, расширилась дальше к полюсу. Субантарктические острова достигли гораздо большей площади. Условия для ледникового периода созрели как в южном, так и в северном полушарии.

БИБЛИОГРАФИЯ

Kerner von Marilaun, F. "Synthese der morphogenen Winterklimate Europas zur Tertiärzeit." Wien, SitzBer. K. Akad. Wiss, 122, 1913, стр. 233-98.

Осборн Х. Ф. "Эпоха млекопитающих в Европе, Азии и Северной Америке". 8в. Нью-Йорк, 1910.

Наторст А. Г. "Об ископаемых флорах арктических регионов как свидетельстве геологического климата". Лондон, Bot. J. 2, 1913, стр. 197-202; и Вашингтон, Отчет Смитсоновского института, 1911.

Далл, У. Х. "О климатических условиях Нома, Аляска, в плиоцен". Амер. J. Sci., сер. 4, том 23, 1907, стр. 457.

Нансен Ф. “Батиметрические особенности Северных полярных морей с обсуждением континентальных шельфов и предыдущих колебаний береговой линии”. Норвежец Н. Полярная экспедиция., 1893-96. Научные результаты, том 4.

Спенсер, Дж. У. “Реконструкция Антильского континента”. Булла. Амер. Геол. соц., 6, 1895, с. 103-40.

Wilckens, D. “Die Mollusken der antarktischen Tertiärformation.” Висс. Ergebn. der Schwed. Заполярная экспедиция, 1901-3, Bd. 3, 1911.

Хедли С. “Палеографические связи Антарктиды”. Лондон, Вып. Линнеевский сборник, 124, 1911-2, с. 80.

ГЛАВА IV

ВЕЛИКИЙ ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД

Когда суша начала подниматься, первым результатом стало увеличение количества снегопадов на более высоких вершинах и увеличение количества осадков на возвышающихся прибрежных землях. Реки все больше впадали в море и быстро образовали глубокие узкие долины, которые позже были превращены льдами в великие фиорды Норвегии и других регионов с сильным оледенением. Но в целом первые зачатки ледникового периода, пришедшиеся на конец плиоценового периода, неясны и, вероятно, всегда будут оставаться такими по той простой причине, что наступающие и отступающие ледяные щиты уничтожили большую часть свидетельств об условиях, которые непосредственно предшествовали их появлению.

Ухудшение климата началось задолго до того, как географические изменения, описанные в конце предыдущей главы, были завершены, поскольку моллюски из плиоценовых отложений в Восточной Англии указывают на прогрессирующее похолодание Северного моря в то же время, когда оно становилось все более мелководным. В конце мы видим большие отмели с северными видами, которые, должно быть, были нагромождены мощными восточными ветрами; эти восточные ветры показывают, что следы штормов были смещены к югу от их нынешнего курса, и предполагают, что ледниковый антициклон уже существовал над Скандинавией. В настоящее время подобные отмелиобразуются на побережье Голландии под влиянием преобладающих западных ветров. Следующая серия отложений в этом регионе представляет собой пресноводные “лесные заросли”, приписываемые сильно разливавшемуся Рейну, и относятся к периоду, когда Северное море превратилось в равнину.

В план этой работы не входит изучение геологической основы четвертичного ледникового периода, которая уже была так часто и так эффективно исследована. Все, что я могу надеяться сделать, это дать краткий общий отчет о последовательности связанных с этим климатических изменений, неизбежно неполный, поскольку большая часть мира в настоящее время недостаточно исследована на предмет следов ледников. Но необходимо определенное количество поясняющих вступлений.

В Европе и Северной Америке есть отчетливые следы нескольких отдельных оледенений с “межледниковыми” периодами, когда климат приближался к нынешнему или становился даже теплее. Временные соотношения этих оледенений еще полностью не установлены, но, по-видимому, нет никаких сомнений в том, что они происходили одновременно на двух континентах. Однако корреляция не идеальна, поскольку геологи Соединенных Штатов выявили в общей сложности пять оледенений. Объяснение, по-видимому, заключается в том, что эквивалент рисского оледенения в Америке двойной; можно различить две стадии, иллинойскую и Айовскую, разделенные отступлением льда. Серия выглядит следующим образом:

Альпы.	Северная Европа.	Северная Америка.	Дата. до н. э.
Я Ганз	?	Джерсийец или Небраскан	?
II Миндель	Нижний Дилювий	Кансан	-- 430,000-370,000
III Рисс	Средний Дилювий	{ Иллинойский { Айован	-- 130 000-10000 - -
IV Вурм	Верхний Дилювиум	Висконсин	-- 40 000- 18 000

Корреляция основана на степени выветривания и эрозии, которым подверглись различные отложения. Время, прошедшее с момента активного отступления ледников последней, или вюрмской, стадии, было оценено путем сравнения роста торфяных болот, дельт рек и т.д. В исторические периоды с периодом после последнего отступления льда. Но наиболее убедительный метод принадлежит шведскому геологу барону де Гиру, который фактически подсчитал годы с тех пор, как лед в своем окончательном отступлении покинул какую-либо конкретную точку между Рагундой и югом Швеции. Работа основана на идее, что слоистость, наблюдаемая в некоторых морских и озерных глинах Швеции, носит сезонный характер: толстые грубые слои возникают из-за наводнений, вызванных быстрым таянием льда летом, а более тонкие слои возникают из-за частичного прекращения таяния зимой. Сопоставляя один разрез с другим, можно с большой точностью датировать любой конкретный слой и, кроме того, доказать существование нескольких значительных климатических колебаний во время отступления. Самая верхняя граница разреза проходит по поверхности старого дна озера Рагунда в Емтланде, которое получало свои воды от одного из постоянных ледников и было случайно осушено в 1796 году. Де Гир считает, что край последнего большого ледяного покрова лежал над южной частью Скании около 12 000 лет назад, и далее оценивает отступление через Балтику в 8000 лет. Эти результаты в целом согласуются с результатами, полученными другими методами, и, соответственно, мы можем с некоторой уверенностью установить дату, когда ледяной покров Вюрмского оледенения окончательно покинул побережье Германии примерно в 18000 году до н.э.

Этот период зафиксирован, у нас есть данные для оценки продолжительности межледниковых периодов. Морены Вюрмского оледенения повсюду имеют очень свежий вид, и химические изменения, которым подверглись содержащиеся в них валуны, незначительны, в то время как

выветривание простирается на глубину едва ли в фут. Морены Рисского оледенения выветрены несколько глубже, а морены Миндельского оледенения - гораздо сильнее. Предполагая, что химическое выветривание протекало равномерно в течение межледниковых периодов и прекращалось во время оледенений, Пенк и Брюкнер, которые исчерпывающе изучили оледенение Альп, обнаружили, что Рисс-Вюрмское межледниковье длилось примерно в три раза дольше интервала между Вюрмским оледенением и современными днями, или 60 000 лет, а Миндель-Рисское межледниковье примерно в двенадцать раз дольше, или 240 000 лет. Нет данных о межледниковье Гунц-Миндель, но оно предварительно приравнивается к Рисс-Вюрмскому, еще 60 000 лет назад.

Пока не найдено возможности такого прямого измерения продолжительности самих ледниковых периодов. Пенк и Брюкнер предполагают, что продолжительность равнялась продолжительности Рисс-Вюрмского межледниковья, или 60 000 лет в каждом случае. Это кажется излишне долгим. Йольдийское море, самая глубокая часть которого совпадала с центром скандинавского оледенения, по-видимому, достигло своей наибольшей глубины не более чем через 6000 лет после максимума оледенения, что указывает на задержку в этом периоде. Оседание суши из-за веса ледяного покрова, возможно, началось за некоторое время до максимума оледенения, но продолжительность оседания вряд ли могла составлять более 10 000 лет, и это предел для второй половины Вюрмского ледникового периода. Кроме того, мы знаем, что во время роста ледяных покровов происходило сравнительно небольшое таяние, поскольку реки тогда обладали небольшой способностью переносить обломки. Недавние измерения в Гренландии показывают скорость роста льда на поверхности ледяного покрова в 40 см, или 15 дюймов в год; скажем, на фут, и предполагают предельные потери, эквивалентные половине этого количества по всему ледяному покрову. Это дает нам средний прирост на шесть дюймов в год, или 10 000 лет для роста до максимальной толщины 5000 футов. На этом основании предполагаемая продолжительность риссийского ледникового периода была сокращена до 30 000 лет, а вюрмского периода - до 22 000 лет. Только в случае длительного и сложного минделевского периода, который, как будет видно позже, фактически представлял собой серию перекрывающихся оледенений из различных центров, была принята цифра в 60 000 лет. При нынешнем состоянии наших знаний никакая оценка продолжительности межледниковья Гунц-Миндель не может иметь какой-либо ценности, и даты, соответственно, восходят только к минделевским. Таким образом, мы получаем временную шкалу, приведенную на [странице 48](#).

Четырехкратное оледенение было с уверенностью признано только в Европе и Северной Америке, и даже в этих странах существуют значительные сомнения в том, что северные ледяные щиты уменьшались до своих нынешних узких пределов в межледниковые периоды. Долгое межледниковье Миндель-Рисса, которое, вероятно, было челлинской стадией кремневой промышленности,^[3] характеризовалось очень теплолюбивой фауной, и возможно, даже вероятно, что в этот период ледники полностью растаяли, за исключением самых высоких вершин. О климате межледниковья Гунц-Миндель (названного Дж. Гейки “норфолкским” из-за подстилки Кромерского леса) у нас сравнительно мало свидетельств. Если предположение, выдвинутое в следующей главе, верно, межледниковье Гунц-Миндель было всего лишь локальным эпизодом оледенения Альп, а вовсе не настоящим межледниковьем. Даже само дно Кромерского леса не является окончательным, поскольку это речное отложение, в основном состоящее из материала, принесенного из более низких широт. Рисс-Вюрмское межледниковье (“нойдекское” Дж. Гейки) нигде не дает нам свидетельств столь теплого

климата, как в настоящее время, а что касается скандинавских и канадских ледяных щитов, то, возможно, это было просто обширное и продолжительное колебание кромки льда.

Что касается оледенения Норвегии, то этот вопрос был недавно исследован Х. В. соном Альманом, который опубликовал длинную и подробную статью на английском языке в томах 1 и 2 шведской географической летописи. Он приходит к выводу, что морфология Норвегии, без ссылки на стратиграфические или биологические данные, дает убедительные доказательства двух оледенений. Первое из них было самым большим, и между этим временем и вторым меньшим оледенением произошел межледниковый период такой значительной продолжительности, что большая часть нынешних ущелий образовалась в результате речной эрозии.

Соответственно, мы можем считать ледниковый период четырехкратным или двойным, в зависимости от точки зрения, с которой мы на него смотрим. В Альпах и других горных массивах на границах великих северных ледяных щитов, которые очень быстро реагируют на небольшие изменения, она была четырехкратной. В периферийных областях самих северных ледяных покровов она имеет вид тройной или четырехкратной. В более центральных регионах этих огромных ледяных щитов, где реакция на климатические изменения происходит очень медленно, нет свидетельств более чем двух оледенений; но в этих регионах, где разрушительное действие льда достигло своего максимума, лишь по чистой случайности свидетельства межледниковых периодов вообще сохранились. И, наконец, во всех других частях света у нас есть свидетельства максимум двух оледенений.

Есть одно месторождение, которое имеет большое значение для изучения межледникового климата, и это лесс. Лесс представляет собой чрезвычайно мелкозернистый однородный осадок, образующийся в результате постепенного накопления пыли, переносимой ветром, на поверхности, скудно покрытой растительностью. В настоящее время можно наблюдать его накопление в некоторых частях юго-востока России и Центральной Азии. Для его образования, за исключением закрытых бассейнов, необходим климат степного характера, с небольшим количеством осадков и особенно с длительным сухим сезоном. Лесс был очень широко распространен в Европе в четвертичный период. Его залегание своеобразно, поскольку он наиболее широко развит в отложениях рисского оледенения и никогда не встречается в моренах Вюрмского оледенения. Небольшое количество лесса встречается под моренами Рисса, а также между моренами Рисса и Вурма. В дорисском лессе орудие ашельского возраста было обнаружено в 1910 году в Ахенхайме (Эльзас) Р. Р. Шмидтом и П. Вернером, что указывает на то, что месторождение образовалось ближе к завершению челлинской промышленности, когда климат уже был холодным и сухим. В том же разрезе молодой лесс, по-видимому, полностью заполняет рисс-вюрмское межледниковье, поскольку мустьерские орудия были найдены у основания, а ориньякские - в середине. Более молодой лесс содержит останки тушканчиков и других грызунов, в настоящее время обитающих в сибирских степях. Следовательно, разумно заключить, что степные условия преобладали в центральной Европе практически на протяжении всего Рисс-Вюрмского межледниковья, и то же самое, вероятно, относится к соответствующему доконсонсинскому межледниковью в Америке. Но если в центральной Германии преобладал степной климат, то в Скандинавии должны были быть очень суровые условия, и, вероятно, ледяной покров сохранял там довольно значительную площадь на протяжении всего периода, хотя и не вторгался в Балтийский бассейн. В Северной Америке лесс был нанесен западными ветрами, что указывает на то, что образование льда было

недостаточным для создания антициклонических условий вместо нынешних преобладающих западных ветров, и то же самое, по-видимому, верно для Европы. Аналогичные климатические условия сложились на короткое время в конце Вюрмского оледенения, но без какого-либо заметного развития лесса. (См . [Главу XIII.](#))

БИБЛИОГРАФИЯ

Райт У. Б. “Четвертичный ледниковый период”. Лондон, Макмиллан, 1914.

Брукс, К. Э. Н. “Корреляция четвертичных отложений Британских островов с отложениями Европейского континента”. Ann. Rep. Смитсоновский институт, 1917, стр. 277-375.

де Гир Г. “Термографическая летопись климата позднего четвертичного периода”. Internat. Геологический конгресс, Стокгольм, 1910. “Die Veränderungen des Klimas,” p. 303.

-. “геохронология последних 12 000 лет”. Бер. Internat. Геологический конгресс, Стокгольм, 1910, Т. 1, с. 241.

Penck, A., and Brückner, E. “Die Alpen in Eiszeitalter.” Leipzig, 3 Vols., 1901-9.

Ahlmann, H. W., son. “Геоморфологические исследования в Норвегии”. Стокгольм, Географическая летопись, 1, 1919, стр. 1-157, 193-252.

Рихтгофен Ф. “О способе происхождения лесса”. Геол. Маг., 1882, с. 293.

ГЛАВА V

ЛЕДНИКОВАЯ ИСТОРИЯ СЕВЕРНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРОПЫ

Литература о ледниковом периоде в Европе огромна и, кроме того, носит крайне противоречивый характер. Место не позволяет кратко описать великий конфликт между моногляциалистами и полигляциалистами; достаточно сказать, что последние часто впадали в крайности и тем самым обрекали себя на поражение, но двойственная природа оледенения в настоящее время широко признана. Однако следует понимать, что нижеследующее краткое изложение отражает взгляды только определенной части геологов, взгляды, которых придерживаются не все. Особенно на Британских островах, где остатки максимального оледенения полностью доминируют над остатками всех остальных, теория единого оледенения все еще в значительной степени преобладает.

Когда лед начал скапливаться на возвышающемся скандинавском плато, он естественным образом образовался сначала в норвежских горах близ Атлантики, которые были главным источником снегопадов. Эти горные ледники быстро спускались по крутым склонам, обращенным к морю, на запад и медленнее - по более пологим склонам, обращенным к суше, на восток. На этой стадии центр ледяного покрова и, следовательно, центр ледникового

антициклона, как только последний приобрел определенное значение, находился совсем недалеко от норвежского побережья. В антициклонических условиях циркуляция ветров вокруг центра происходит в том же направлении, что и движение стрелок часов, в сочетании с наклоном наружу под углом примерно в тридцать-сорок пять градусов. Следовательно, хотя центр находился в Норвегии, прямо к северу от Альп, преобладающие ветры в последних, должно быть, были северо-восточными и, следовательно, очень холодными. Соответственно, эта стадия, вероятно, совпадает с Гунцским оледенением в Альпах. Точно так же над районом Северного моря ветры, должно быть, были восточными, вызывая течения, которые нагромодили огромные отмели на побережье Восточной Англии, уже упоминавшиеся как отмечающие конец третичного и начало четвертичного периода.

Но лед, достигший северной части Северного моря, распался на айсберги недалеко от побережья и уплыл, в то время как тот, что переместился на восток, на север Швеции, мог рассеяться только путем таяния и уноса, процессы, которые, как у нас есть основания полагать, протекали очень медленно. Отсюда лед начал накапливаться и распространяться на обширной территории к востоку от главной скандинавской горной цепи. Свежий снег наносился непосредственно на эту ледяную поверхность, пока он постепенно не поднялся над горами, которые первоначально породили его, и не обратил поток вспять, так что лед фактически двинулся в гору по горной цепи. По мере того как центр ледяного покрова перемещался на восток, ледниковый антициклон перемещался вместе с ним, и это новое положение на восток вызвало изменение направления преобладающих ветров над остальной частью Европы. Альпы теперь находились к юго-западу от центра антициклона, и ветры в этом районе, соответственно, стали восточными, а не северо-восточными. Конечно, ледниковый антициклон теперь стал более интенсивным, но летом в центральной Европе восточные ветры, естественно, настолько теплее северо-восточных, что поначалу этого увеличения интенсивности было недостаточно, чтобы уравновесить изменение направления, и в альпийском климате произошло небольшое улучшение. Точно так же над районом Северного моря преобладающие ветры теперь стали юго-восточными, а не восточными, что привело бы к небольшому повышению температуры, а также к случайным понижениям, которые могли бы проникать с запада, принося теплый влажный воздух из Атлантики и случайные осадки. К этому времени процесс возвышения превратил дно Северного моря в обширную равнину.

Из Швеции и Ботнического залива лед распространился во всех направлениях, простираясь на востоке до подножия Уральских гор, которые образовали независимый центр оледенения; на юго-востоке на большую часть Европейской России, где он доходил на юг до 40 ° широты в долине Днепра; на юге почти на всю Германию до гор Ризенгебирге и Гарц; и на юго-востоке на всю Голландию и бассейн Северного моря. Следует отметить, что Голландия и Дания были покрыты оледенением, но не норвежским льдом, а льдом с Балтийского щита, который пересекал южную Швецию. Ледник Северного моря простирался через Восточную Англию до Кембриджа, в то время как его северная ветвь проходила через Кейтнесс, Оркнейские и Шетландские острова, но большая часть Британских островов была покрыта льдом из независимых центров — Шотландского нагорья, Пеннинских гор, Камберленда, Уэльса и северной Ирландии.

С ростом площади оледенения, и особенно с ее расширением на юго-запад через Северное море, альпийский климат снова стал очень суровым, а местные ледники и предгорные ледяные щиты Альп достигли своего максимального развития в Минделианском регионе. В то же время на центральном плато Франции образовался собственный плато-ледник, и Пиренеи

подверглись своему первому и величайшему оледенению, при этом никаких следов гунзяна в этом районе обнаружено не было.

Британские острова демонстрируют интересную миграцию за пределы местных центров максимального образования льда. Скандинавский ледник, вторгшийся в Восточную Англию, распространил арктические антициклонические условия на Северное море и вызвал сильный снегопад на высокогорьях Великобритании. Как следствие, здесь образовались независимые ледники, которые на своих восточных сторонах слились со скандинавским ледником и, частично отклоняя его течение, частично задерживая часть выпадающего снега, оттеснили его обратно на равнину Северного моря. Шотландские ледники стали достаточно сильными, чтобы вторгнуться в Ирландию, частично на северо-востоке, а частично через Ирландское море и канал Святого Георгия (тогда еще долина) на юго-востоке. Это дальнейшее расширение зоны похолодания позволило образоваться ирландским ледникам, а они, в свою очередь, оттеснили шотландские ледники до тех пор, пока Ирландия не была покрыта исключительно ирландским льдом.

Южная окраина ледяного покрова не простиралась за пределы долины Темзы, но на каком-то этапе Ла-Манш нес плавучий лед, который образовал отложения занесенных льдом валунов, хорошо известным примером которых является Селси.

Этот огромный ледяной покров нигде не образовал ярко выраженных конечных морен, но его отложения исчезают в тонких слоях жесткой валунно-глинистой породы. Это отсутствие морен, вероятно, связано с большой толщиной ледяных покровов, которые не оставили на своем пути никаких заметных нунатаков или скалистых “островов”, так что на поверхности льда не было ничего, что могло бы вызвать образование осколков. Вся транспортировка должна была осуществляться под ледяными покровами, и они, проникая в сравнительно низкие широты, где летом солнце светит ярко, подверглись бы постепенному таянию и абляции на некотором расстоянии от своих границ. Вблизи фактической границы ледостава движение должно было быть медленным, а толщина льда небольшой, чтобы условия не способствовали накоплению толстых слоев обломков.

На границах ледникового щита климат не мог быть чрезмерно суровым, поскольку человек доисторического периода мог жить почти у кромки льда. Воздух, должно быть, был чрезвычайно холодным, и вокруг льда был пояс высокоарктического климата, но на юге и юго-западе он, по-видимому, был очень узким, и субарктические условия, не хуже тех, в которых многие расы живут сегодня, преобладали недалеко от льдов. Конфигурация поверхности льда во многом объясняет это. Высокая ледяная стена с крутым наклоном вызывает чрезвычайно сильные ветры, несущие плотные облака дрейфующего снега-метели, фактически аналогичные тем, которые сейчас наблюдаются в некоторых частях Антарктиды при аналогичных обстоятельствах, которые стирают с суши все живое на значительном расстоянии. Но низкая и постепенно наклоняющаяся поверхность, подобная той, которая, по-видимому, существовала вблизи границ максимального оледенения, вместо этого благоприятствует сравнительно слабым ветрам без большого количества снежного заноса. Снежные бури случались только на северо-западном ледяном хребте, где ледяные утесы выходили к морю и где зимой часто бывали сильные штормы с Атлантики.

Когда суша в Скандинавии начала погружаться под толщу льда быстрее, чем запас снега мог покрыть поверхность ледяного покрова, сила, которая выталкивала лед во всех направлениях от

центра, постепенно угасла, и ледяные массы над районом Северного моря — сейчас, вероятно, снова ниже уровня моря — и низменности Европы остались без присмотра, без ресурсов, кроме выпадающего снега на их собственной поверхности. В этих условиях они таяли более или менее быстро. Пока эти заброшенные ледяные массы были еще большими, вспомогательные периферийные центры в Альпах, Пиренеях и на Британских островах некоторое время сохраняли независимое существование, вероятно, с колебаниями, подобными тем, которые ознаменовали завершение последнего оледенения в Альпах, хотя свидетельства этого сейчас стерты. Вполне вероятно даже, что начавшееся ослабление центрального источника снабжения помогло британским льдам направить скандинавские льды в Северное море. Если бы здесь были какие-нибудь мощные реки, несущие с юга большие массы обломков, как в Сибири, некоторые из этих заброшенных ледяных покровов могли бы сохраняться какое-то время, по крайней мере, в виде “ископаемого льда”, но в Западной Европе условия для этого были неблагоприятными.

С исчезновением ледниковых покровов общий климат Европы, должно быть, прошел через ряд стадий улучшения, следы которого можно найти здесь и там, хотя детали для нас утеряны. В конечном счете снова возобладали умеренные условия; и в течение очень долгого времени, приближающегося к четверти миллиона лет, климатические условия Европы не могли сильно отличаться от нынешних. В Скандинавии мамонт обитал в березовых, сосновых и еловых лесах; южнее мамонт отсутствует, и вместо него мы находим более южные формы — *Elephas antiquus*, напоминающий индийского слона, *носорог меркийский*, южную форму, саблезубого тигра, пещерного льва, пещерного медведя и пещерную гиену, волка, бобра, лошадь и различные формы оленей, в то время как флора включала даже такие теплолюбивые деревья, как инжир. Очевидно, что в течение части этого межледникового периода климат должен был быть еще теплее, чем нынешний.

Давайте на мгновение взглянем на вероятные условия. Одной из доминирующих особенностей нынешней погоды в Европе является скопление плавучего льда в арктическом бассейне. Это поддерживает низкую температуру и высокое давление, фактически образуя в весенние и летние месяцы временный ледниковый антициклон, подобный по своему характеру, хотя и меньшей интенсивности, тому, который, как было описано, покрывает скандинавский ледяной покров. Этот антициклон поддерживает на своих южных краях пояс восточных ветров, и эти ветры входят в общую циркуляцию земли. Их эффект заключается в продвижении на юг постоянных центров штормов, обычно расположенных вблизи Исландии и Алеутских островов, и именно эти центры штормов играют большую роль в возникновении дождливой погоды в северной и центральной Европе. Но иногда — как, например, в замечательные весну и лето 1921 года — эти условия нарушаются. Северный Ледовитый океан становится необычайно свободным ото льда и теплым, давление падает, и, как следствие, центры штормов смещаются на север. Европа попадает под влияние постоянных антициклонов субтропических широт, несущие дожди штормы проходят далеко на север, и у нас сухое теплое лето средиземноморского типа.

Предположительно, именно это и произошло во время длительного теплого межледникового Миндель-Рисса. По какой-то причине, возможно, связанной с временным расширением и углублением Берингова пролива, воды Северного Ледовитого океана стали теплее, а количество плавучего льда меньше. Давление стало ниже в полярном бассейне и, следовательно, выше над Атлантикой и Европой, и в Европе преобладали прекрасные теплые условия как нормальный климат, а не только как случайное явление.

Этот теплый период, наконец, завершился возобновлением подъема Скандинавии, и ледяные щиты снова начали формироваться, что ознаменовало период сухого степного климата. На этот раз, однако, условия были иными; возвышенность была не такой большой и носила более локальный характер. Следовательно, образовавшееся в результате оледенение было менее интенсивным; оно заполнило Балтийский бассейн и распространилось на некоторое расстояние до Северогерманской равнины и Голландии. Оно не достиг побережья Британии, но на то, что он каким-то образом распространился по равнине Северного моря, указывает своеобразное распределение Нового Дрейфа Британии, о котором будет сказано позже. На севере Норвегии ледяной склон к морю был очень крутым, так что многие прибрежные холмы возвышались над ним в виде нунатаков. Лед простирался до канала между материком и Лофотенскими островами (тогда полуостровом), но, по словам Альманна, эти острова были независимым центром местного оледенения, каким были Британские острова в предыдущий период, и местный лед встречался с основным ледяным щитом во фьордах. На побережье Нордланда было достаточно голой земли, чтобы приютить небольшую арктическую флору, а на Ваэро, самом южном острове Лофотен, были лишь небольшие нависающие сугробы.

Интерпретация британских ледниковых отложений все еще находится в стадии обсуждения, но представляется вероятным, что шотландское нагорье образовало вспомогательный центр, который покрыл льдом всю Шотландию и северо-восточную Англию, направив поток на юго-восток, который не смог распространиться по равнине Северного моря из-за присутствия скандинавских льдов на востоке и обрушился на побережье Йоркшира и Линкольншира, достигнув северной оконечности Норфолка. Многие британские геологи рассматривают это развитие как завершающую фазу единого оледенения Британии, но различия в количестве выветриваний противоречат такой интерпретации. В то же время в Камберленде, Уэльсе и Ирландии существовали локальные ледники.

В Англии границы этого оледенения характеризуются хорошо выраженной серией концевых морен, которые указывают на то, что лед нес много поверхностного детрита и, вероятно, заканчивался крутым обрывом. С другой стороны, в Скандинавии центр оледенения снова находился на низменности значительно восточнее гор, и лед, достигший Германии и Дании, все еще был в значительной степени свободен от поверхностного детрита и поэтому не образовывал заметных концевых морен. Однако была и разница. В данном случае, из-за локального характера возвышенности в Скандинавии, ледяной покров не простирал свои границы так далеко на восток, и оледенение Азии, как описано в [главе VII](#), было незначительным. Европа в большей степени оказалась под влиянием холодных северо-восточных и северных ветров, и жизнь на границах льда была не такой легкой, как во время предшествующего оледенения. Человек все еще мог жить рядом со льдом, но он стал устраивать себе дома в пещерах и одеваться в шкуры для тепла.

После того, как лед достиг своего рисского максимума оледенения, климат несколько улучшился. Кромка льда отступила, оставив Данию и побережье Германии, а также освободив Балтийский бассейн, но не исчезнув полностью из Скандинавии. В Риксдорфе, недалеко от Берлина, есть слой гравия, отложившийся в это “межледниковье”, содержащий многочисленные и хорошо сохранившиеся кости мамонта, шерстистого носорога, зубра, бизона, лошади, северного оленя, благородного оленя и других видов *Cervus*, овцебыка и волка - представителей фауны от умеренного до субарктического климата. Пресноводные моллюски

на юге Германии указывают на то, что лето в этом районе было почти таким же теплым, как сейчас, но зимы, вероятно, были суровыми. Как описано в предыдущей главе, это “межледниковье” было временем формирования лесса *преимущественно* континентальным климатом и степными условиями на большей части центральной Европы.

Исследования в Скерумхеде в Дании показывают, что это отступление льда сопровождалось и, предположительно, было вызвано понижением уровня суши относительно уровня моря, поскольку в начале колебания суша находилась примерно на 350 футов выше своего нынешнего уровня, постепенно опускаясь всего на 30 футов выше нынешнего. Даже в лучшие времена этого межледниковья климат в Дании был почти субарктическим. В северной Финляндии, на восточной окраине ледникового покрова, также наблюдалось “межледниковье”, когда временное затопление сопровождалось небольшим улучшением климата. Но в Скандинавии нет следов каких-либо межледниковых отложений этого периода, и, учитывая холодный климат, преобладавший в Дании и Северной Германии, представляется вероятным, что Скандинавия продолжала покрываться льдом в течение всего периода.

Образ жизни мустьерцев, живших во время этого “межледниковья”, также указывает на суровый климат. Ибо в то время человек жил не под открытым небом, а в пещерах и скальных укрытиях, и практика ношения меховых шкур животных для защиты от холода, начатая в предшествующий ледниковому периоду, не была прекращена.

После того, как временное оседание прекратилось, снова начался подъем, что привело к повторному сдвигу ледяных покровов и глетчеров. Пределы не дотягивали до пределов предыдущего максимума, и климат был не таким суровым, но по своему общему характеру он напоминал предыдущий максимум, но был намного более штормовым, и, вероятно, часто наблюдались снежные заносы антарктического типа. Новый ледяной покров содержал больше поверхностного детрита, чем его предшественники, предположительно потому, что не были покрыты все возвышенности, и он образовал высокие концевые морены. Тесное сочетание холодного льда и нерегулярных масс голого песка и камней, сильно нагретых летним солнцем, создало пояс мощной конвекции, очень благоприятной для развития снежных бурь; возможно, в природе существовало нечто вроде ледяного утеса, с которого холодные ветры могли дуть с большой силой. Во всяком случае, человек счел близкое соседство льда неприятным и ушел, так что поблизости от морен нет современных человеческих орудий. Границы скандинавского ледяного покрова простирались от норвежского побережья через Данию с севера на юг, через Северную Германию и северную Россию и включали Финляндию. Лед, вероятно, не простирался далеко по равнине Северного моря, и на Британских островах не было ледяного покрова, но в высоких горах Шотландии, Ирландии, Уэльса и Камберленда были небольшие местные ледники, которые были достаточно длинными, чтобы достигать моря в Шотландском нагорье. В Альпах было много ледников, что указывает на понижение снежной линии примерно на 3500 футов, что соответствует температуре на 11 ° F. ниже нынешней.

После того, как это образование льда достигло своих максимальных пределов и оставалось там, возможно, тысячу лет, началось отступление, и скандинавские льды снова отступили из Германии и Дании в Балтийский бассейн. Но его край никогда не был далеко от побережья Германии и время от времени пересекал его заново, поскольку многочисленные отложения, содержащие окаменелости, прослоены валунно-глинистыми отложениями. Хорошо известные фауна и флора указывают на арктический климат. В лучшем случае средняя температура июля

поднималась примерно до 50 ° F. Вегетационный период составлял три или четыре месяца со средней температурой около 40 ° F. Но эти относительно мягкие условия длились самое большее несколько десятилетий или, возможно, столетие за раз, а зимы на протяжении всего периода были суровыми. Продолжительность всего этого “Балтийского межстадиала” составляла от одной до двух тысяч лет.

Затем последовал окончательный отход льда, образовавшего большие “балтийские” морены, которые окаймляют Балтийское побережье Германии, поворачивая на север, на западе в Данию, а на востоке - в Финляндию. Соответствующее восстановление ледников произошло в Альпах (стадия Бюля) и в горах Ирландии и Шотландии, хотя они, вероятно, не достигли моря даже в Шотландии. Этот период дал нам повторение климата предыдущих максимумов. В данном случае у нас есть определенные свидетельства присутствия пояса восточных ветров на южной стороне ледяного покрова, в серии “барканов”, или ископаемых дюн, в Голландии, Германии и Галисии. Эти дюны образовались из мелкого ледяного материала, и они имеют форму полумесяца с выпуклостями к востоку, указывающими на то, что они были созданы сильными восточными ветрами. Минутное размышление покажет истинность последнего утверждения. Предположим, что существует изолированный круглый песчаный холмик, подверженный сильным восточным ветрам. Песчинки поднимутся по восточному наветренному склону холма и скатятся по западной подветренной стороне. Таким образом, весь холм будет очень медленно продвигаться на запад. Но в центре, где бугорок достигает наибольшей высоты, зернам потребуется больше времени, чтобы достичь самой высокой точки, чем по краям, где они не должны подниматься так высоко. По краям сильный порыв ветра унесет часть более тяжелых частиц прямо над дюной, в то время как ближе к центру они останутся на полпути, а когда порыв прекратится, возможно, вернутся в исходное положение. Таким образом, края дюны будут продвигаться на запад быстрее, чем центр, образуя форму полумесяца с выпуклой стороной к востоку. Во время своего образования эти дюны, должно быть, имели самую крутую сторону к западу, но западным ветрам, которые преобладали в течение последних нескольких тысяч лет, удалось изменить эту деталь, не нарушая общей формы дюн, и сейчас самые крутые склоны находятся на восточной стороне. Сохранение первоначальной формы, несмотря на последующее усиление западных ветров, связано частично с растительным покровом, который защитил дюны, как только сложились более благоприятные условия, и, вероятно, частично с меньшей скоростью западных ветров. Если бы период восточных ветров и образования дюн был достаточно долгим, мы могли бы получить еще одно отложение лесса, но оно было коротким, и растительность, необходимая для возникновения настоящего лесса, не успела утвердиться до того, как климат снова изменился с окончательным отступлением льда. Климат этого периода в Румынии был умело описан Г. Мургочи: “В целом преобладающим климатом времени формирования лессовидных почв и выдуваемых песков, должно быть, был тот, который Э. де Мартонн назвал аралийским климатом, сухим климатом с небольшим количеством дождей весной, вызывающих скудную и преходящую растительность и поддерживающих проточную воду в реках и озерах. Характерной чертой этого климата была температура с большими перепадами, летом до 120 ° F. а зимой ниже 20 ° F. Атмосфера была очень сухой в жаркое время года, но в остальное время года в воздухе и почве была некоторая влажность, а подпочвенные воды находились не очень глубоко. Атмосферные осадки в этом регионе были вызваны юго-западным ветром, как и в настоящее время; но доминирующим ветром, придающим характер сухого континентального климата, был северо-восточный ветер (Криват), который оставил свои следы в ископаемых дюнах Барагана”.

Историю изменений климата в Европе, последовавших за максимумом последнего подъема ледникового покрова, следует оставить для последующих глав.

БИБЛИОГРАФИЯ

Брукс, К. Э. Н. “Корреляция четвертичных отложений Британских островов с отложениями Европейского континента”. Ann. Rep. Смитсоновский институт, 1917, стр. 277-375. [Полный список литературы.]

Penck, A., and Brückner, E. “Die Alpen in Eiszeitalter.” 3 Vols. *Leipzig*, 1901-9.

Gagel, C. “Die Beweise für eine mehrfache Vereisung Norddeutschlands in diluvialer Zeit.” Geol. Rundschau, 4, 1913, p. 39.

Wahnschaffe, F. “Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes.” Stuttgart, 1910.

Svastos, R. “Le postglaciare dans l’Europe centrale du nord et orientale.” Ann. Sci. Univ. Яссы, 4, 1908, с. 48.

ГЛАВА VI

РЕГИОНЫ СРЕДИЗЕМНОМОРЬЯ В ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД

Наши знания об истории Средиземноморского бассейна в ледниковый период далеко не так полны, как об истории более северных регионов, главным образом по той причине, что большую часть периода суша лежала выше своего нынешнего уровня, и, за исключением местных ледников в горных регионах, там не было льда, который мог бы оставить нам сведения об изменении климата. Большая часть того, что мы знаем, относится к относительно коротким периодам погружения.

В начале ледникового периода море находилось примерно на 500 футов выше своего нынешнего уровня, и мы можем проследить первое появление северной морской фауны. Эта стадия известна как калабрийская; она делится на два горизонта — нижний, в котором северные формы все еще редки, и верхний, в котором они становятся обильными. Наиболее типичными видами являются два моллюска, чьим нынешним ареалом обитания является побережье Исландии — *Chlamys (Pecten) islandicus* и *Cyprina islandica*.

Калабрийский пляж не встречается ни на побережье Испании, ни на Гибралтаре, а в Алжире он, вероятно, встречается на более низком уровне. Это говорит о том, что оседание в этот период было локальным, и западные земли встали барьером на пути Атлантики. Однако на месте нынешнего Гибралтарского пролива должен был быть какой-то канал, обеспечивающий вход для мигрирующих северных моллюсков. В Приморских Альпах, и опять же в восточном Средиземноморье, пляжи Калабрии находятся на гораздо большей высоте из-за местного перепада высот.

После образования калабрийского пляжа весь средиземноморский регион был поднят выше своего нынешнего уровня. Это поднятие должно быть одновременным с периодом максимального поднятия на северо-западе Европы, связанным с великим минделийским оледенением. Предполагается, что “порог” выходного канала в Гибралтаре был поднят над уровнем Атлантики, и Средиземное море превратилось сначала в закрытое соленое озеро, а затем в пару озер, причем восточное пресное впадало в западное, которое было соленым, причем два были разделены горным хребтом между Италией и Тунисом. Этот период подъема был достаточно длительным, чтобы произошла значительная денудация. Даже в Средиземноморье это было время сурового климата. На восточной стороне Гибралтара есть брекчии, известные как “Более старый известняковый агломерат”, толщина которого местами достигает 100 футов, и сейчас он сильно пострадал от выветривания. Похожие агломераты встречаются на Мальте. Они напоминают “голову” юга Англии и, по-видимому, образовались из-за заморозков в суровом климате. На Корсике сохранились следы четырех периодов горного оледенения, и два древнейших из них предварительно соотносятся с гунзийским и минделийским альпийскими периодами. На Балканском нагорье есть следы двух отчетливых оледенений: более древнего, которое было более общим и достигло большей интенсивности, вероятно, соответствующей минделевскому. В Атласских горах есть большие валунные морены, которые, по-видимому, принадлежат трем различным оледенениям, самое старое из которых простирается примерно на 2000 футов над уровнем моря, а второе заканчивается примерно на высоте 4000 футов, в то время как третье оледенение состояло только из небольших долинных ледников.

К концу ледникового периода Минделя суша опустилась или океан снова поднялся, и воды Атлантики хлынули внутрь, принеся с собой огромное количество высокогорных северных и арктических моллюсков. Была выдвинута теория о том, что этот приток носил характер стихийного бедствия и образовал глубокое ущелье в нынешнем Гибралтарском проливе. Пляжи, нанесенные этим морем, лежат на высоте от 250 до 330 футов над нынешним уровнем моря. Фауна напоминает ту, что обитает в самых северных частях Европы в наши дни, и воды, должно быть, были на несколько градусов холоднее, чем сейчас. Эта стадия называется сицилийской.

По мере улучшения климата земля постепенно снова поднималась, и следующий общий приподнятый пляж находится на высоте всего около 100 футов на юге Италии (за исключением тех мест, где он был приподнят в результате местных движений земли). Дальше на запад он лежит еще ближе к нынешнему уровню моря - двадцать футов на Балеарских островах и всего семь футов на побережье Испании. На побережье Алжира и Туниса этот пляж находится на высоте около сорока пяти футов.

На пляже нет и следа северной фауны, встречающейся на сицилийском этапе; вместо этого он отмечен скоплением моллюсков субтропического вида, включая *Strombus bubonius*, *Mytilus senegalensis* и *Cardita senegalensis*. Также найдены кости крупных млекопитающих, в том числе гиппопотама и южных форм слона (*E. antiquus*) и носорога (*Rh. merckii*). Эта теплая стадия соответствует челлинской межледниковой фауне северной Европы, хотя, насколько мне известно, никаких челлинских орудий, связанных с ней, обнаружено не было.

Примерно в это же время Более древний известняковый агломерат Гибралтара превратился в пещеры, в которых найдены кости горного козла, дикого кабана, леопарда, пятнистой гиены, носорога лепторина, слона меридионального, льва, южной рыси, медведя, волка, оленя,

лошади и т.д., Так что скала, должно быть, была покрыта богатой растительностью и имела большую протяженность, чем сейчас, и связь с Африканским континентом. Говорят, что за этим последовало погружение примерно на 700 футов с многочисленными колебаниями. Это затопление, если его действительно можно отнести к межледниковью, должно быть, было исключительно локальным и, возможно, оно намного старше.

После теплого челлинского периода Средиземноморский регион снова поднялся, вероятно, одновременно с подъемом, вызвавшим рисское оледенение северной Европы. Но климат был совсем не таким суровым, как на Сицилии. У нас нет старых пляжей с фауной моллюсков этого периода, но в гроте о Пренс близ Ментоны, исследованном М. Буле, пляж *Стромбус* перекрыт слоем сцементированной гальки и “очагами”, содержащими мустьерские орудия труда и кости представителей фауны умеренного климата. Более новый известняковый агломерат на востоке Гибралтара, возможно, сформировался в этот период. Земли Средиземноморья оставались выше своего нынешнего уровня до окончания ледникового периода.

Каждое оледенение северной Европы, должно быть, было временем большего количества осадков, а также более низкой температуры в Средиземноморье. Ледниковый антициклон на севере вытеснил штормы с Атлантики, которые сейчас в основном либо огибают северо-западное побережье Норвегии, либо проходят через Данию в Балтийское море. Эти штормы должны были взять более южное направление и проникнуть в Средиземноморский бассейн либо через юг Франции, либо в окрестностях Гибралтара: маршруты, по которым все еще иногда можно проследить зимой. Эти штормы принесли с собой осадки гораздо более обильные, чем нынешние, и иного характера. Средиземноморье сейчас является “регионом зимних дождей”, а на севере Африки летом в течение нескольких месяцев полностью отсутствуют дожди. Но во время “плювиальных периодов”, вероятно, дожди выпадали в течение всего года, хотя зимой их все равно было больше, чем летом. Зимние дожди были в форме постоянных продолжительных ливней, подобных тем, которые мы наблюдаем сейчас в Англии, в то время как летние дожди были короткими и сильными, возможно, сопровождавшимися грозой. В более древний плювиальный период, соответствующий минделевскому оледенению, эти условия были наиболее развиты. Впадины не могут долго существовать без поступления влаги либо из моря, либо из прорастающей растительности, и в настоящее время такие зимние штормы, которые приходят в Средиземное море, почти ограничиваются его поверхностью, а на африканской стороне редко проникают более чем на сто миль вглубь страны. Но в период наибольшего подъема усохшее Средиземное море не представляло такой большой привлекательности, и благодаря сравнительно хорошо увлажненной Сахаре штормы могли проходить гораздо южнее. Следовательно, Северная Африка обладала рядом крупных и постоянных рек, которые впадали в море. Именно вдоль этих рек и их берегов пробила фауна, все еще населяющая сахарские оазисы, но оказавшаяся там изолированной из-за уменьшения количества осадков, так что крокодилы и многие виды рыб теперь живут в изолированных бассейнах и в реках, которые теряются в песке.

В Египте и Сирии первый плювиальный период был двойным, что соответствовало оледенениям Гунца и Минделя, с промежуточной фазой слабых пустынных условий, во время которой, однако, количество осадков оставалось больше нынешнего. Вторая стадия, соответствующая Минделевской, указывает на очень большую активность; в это время Иорданское море (Мертвое море) достигло своей наибольшей площади, простираясь до северной оконечности Тивериадского моря.

Условия в Египте в это время очень интересные. К югу от Каира толщина наносов нильского ила составляет не более тридцати-тридцати пяти футов, и десять футов этой толщины отложилось со времен Рамсеса II. Если скорость осаждения была равномерной, то это дает период всего в 14 000 лет для осаждения грязи по всей толщине. Теория, выдвинутая Хьюмом и Крейгом (Отчет Британской ассоциации, 1911, стр. 382), вкратце такова: грязевые отложения долины Нила уносятся вниз вместе с паводковыми водами Голубого Нила, Атбары и др. Эти реки берут начало в высокогорьях Абиссинии, где их питают дожди юго-западного муссона. Частота муссонов определяется рядом факторов, заметным среди которых является температура в южной Азии. В настоящее время зимой низкая температура в Гималайском и тибетском регионах приводит к большому оттоку холодного воздуха, который обрушивается на побережье Африки в виде прохладного сухого северо-восточного муссона. В это время в Абиссинии выпадает очень мало дождей. Юго-западный муссон устанавливается только тогда, когда азиатская суша прогревается летом.

Но во время ледникового периода, как мы увидим, в Гималаях было большое количество снега и льда. В результате зимние условия, то есть северо-восточный муссон, преобладали более или менее в течение всего года, а реки, питающие Нил, содержали лишь небольшой объем воды. Поэтому они заблудились в пустыне, не добравшись до Каира, и Нила в его нынешнем виде не существовало. С другой стороны, западные ветры, которые в настоящее время приносят умеренные зимние осадки на побережье Сирии, значительно усилились по интенсивности и распространились дальше на юг, сменив сухие северные и южные ветры, которые сейчас дуют в долине Нила. Северные ветры, преобладающие в долине Нила летом, связаны с областью низкого давления по соседству с Персидским заливом, что, в свою очередь, связано с чрезвычайно высокой температурой, наблюдаемой там. Даже в наши дни самые высокие холмы Синая проникают выше северных ветров в западное течение, а умеренное понижение температуры над Персидским заливом полностью подавило бы северные ветры в долине Нила и позволило бы западным ветрам достигать поверхности. Эти сильные западные ветры принесли обильные осадки на холмы, сейчас почти без осадков, между Нилом и Красным морем. Мощные потоки спускались по западным склонам этих холмов, принося с собой огромное количество мусора, который образовывал дельтовые террасы толщиной от сорока до пятидесяти футов там, где потоки выходили на египетскую равнину. Они особенно хорошо развиты в Ойне, месте соединения нескольких сухих долин с холмами, и примечательно, что они фактически пересекают нынешнее место долины Нила и достигают пустыни на ее западной стороне, что является дополнительным доказательством того, что Нила тогда не существовало.

На этих гравийных террасах обнаружены многочисленные каменные орудия раннего (докеллинского) типа, свидетельствующие о том, что в то время в Египте было достаточно осадков для поддержания жизни человека.

Влажные западные ветры унесли климат средиземноморского побережья далеко в пустыню. Например, в оазисе Харге, на 25° широты, росли вечнозеленый дуб и другие растения, которые сейчас не встречаются к югу от Корсики и южной Франции.

За минделийским плювиальным периодом последовал длительный засушливый период, соответствующий челлинскому, когда наступили пустынные условия. Нил, каким мы его знаем, впервые появился в этот период. Террасы образовались по бокам долины, вероятно, во время затопления, в результате которого образовались *стромбусские* пляжи западного

Средиземноморья; на них найдены хеллинские орудия труда. Во время последующего подъема Нил сократил свое русло ниже нынешнего уровня.

Рисское оледенение северной Европы представлено в Египте вторым периодом дождей, меньшим пльвиальным периодом. На холмах Красного моря снова прошел дождь, образовав новый набор гравийных террас, но они намного меньше великих Минделийских террас. Не известно ни одной террасы, относящейся к вурмийскому периоду, и страна, по-видимому, не была заселена в это время. Вероятно, климат был полупустынным, с недостаточным количеством осадков для поддержания человеческой жизни, и все же без оплодотворяющих разливов Нила, которые позволяли бы человеческой жизни существовать без осадков. Как уже было сказано, нынешний режим возник только после того, как почти закончилось последнее оледенение, около 12 000 лет до нашей эры

БИБЛИОГРАФИЯ

Gignoux, M. "Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicilie." Ann. l'Univ. Лион, Нью-Йорк, том 1, стр. 36, Париж, 1911, стр. 693.

Depéret, C. "Les anciennes lignes de rivage de la côte française de la Méditerranée." Бюлл. Соц. Геол. де Франс, серия 4, том 6, стр. 207-30.

Дувилье Р. "Испания", Справочник региональной геологии, Ч. 7, 1911. (Включает Гибралтар и Балеарские острова.)

Хьюм У. Ф. и Крейг Дж. И. "Ледниковый период и климатические изменения в Северо-восточной Африке". Представитель Brit. Доц., 1911, с. 382.

ГЛАВА VII

АЗИЯ В ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД

Огромная территория Азии в настоящее время мало исследована на предмет следов ледников, но было собрано определенное количество свидетельств, и данные из различных горных районов достаточно последовательны, чтобы наметить общую тенденцию истории континента в ледниковый период.

Движения земли, которые привели к нынешней конфигурации Азии, были завершены в своих основных деталях к концу третичного периода. Эти перемещения оставили ряд больших бассейнов, закрытых со всех сторон огромными горными стенами; сначала во всех этих бассейнах были озера, и последующая географическая история состояла в основном в постепенном заиливании озер и развитии все более и более засушливых условий. Колебания ледникового периода наложились на это вековое высыхание, но, за исключением северной Сибири, роль оледенения в истории страны была относительно небольшой.

Рассмотрим на мгновение рельеф Азии. Орографическим центром может быть принято великое Памирское плато, "Крыша мира", средняя высота которого превышает высоту Монблана, а

горные хребты местами превышают 25 000 футов. К востоку от этого находится великое Тибетское плато высотой от 10 000 до 17 000 футов, ограниченное на юге могучими Гималаями, а на севере горами Куен-Лунь. На севере Памирское плато ограничено Алайским хребтом, переходящим на северо-востоке в горы Тянь-Шань, поднимаясь на высоту 24 000 футов в районе Хан-Тенгри. Еще дальше на северо-восток простирается Алтайский хребет высотой 9000 футов. К востоку от озера Байкал лежит ряд хребтов, достигающих в среднем 8000 футов в высоту и переходящих в Становой хребет Восточной Сибири и горы Камчатки.

Гималаи из-за обильных снегопадов, вызванных юго-западными муссонами, несут на себе многочисленные огромные ледники, но с серией хребтов, простирающихся от Памира до северо-восточной Сибири, дело обстоит иначе. Все эти хребты местами возвышаются над линией снегов, но из-за скудного выпадения снега на их северных склонах есть самое большее несколько небольших ледников, а на склонах, обращенных к пустыням западного Китая, их вообще нет, и во всех случаях оледенение очень незначительно по сравнению с их высотой.

Такое распределение было характерно и для ледникового периода. На Памире есть свидетельства двух периодов, когда ледники имели большую протяженность; в первый они простирались до уровня 5000 футов, во второй - до 7000 футов. Нынешняя граница ледников лежит примерно на высоте 10 000 футов. Первое оледенение было отдаленным, поскольку морены изношены и выветрены, но второе было гораздо более поздним, поскольку морены свежие, и в некоторых случаях все еще имеются массы “мертвого” льда, погребенного под большими скоплениями мусора и иногда обнажающегося в результате оползней.

В горах Тянь-Шаня сохранились остатки двух оледенений. Чем раньше было оледенение, тем оно было сильнее, и ледники спустились значительно ниже 10 000 футов. За этим оледенением последовал длительный интервал, когда эрозия рек превратила U-образные ледниковые долины в V-образные ущелья. Второе оледенение спустилось до уровня 10 000 футов и снова развило U-образные долины до этого уровня; концевые морены этих ледников молодые и выглядят свежими. В Алтайском хребте также было два ледниковых периода. В более древнем и крупном снежная линия была понижена на 3000 футов. Ледники достигали в длину двенадцати миль и опускались до уровня всего 3000 футов над уровнем моря. Второе оледенение было менее обширным.

До сих пор мы имели дело только с небольшими горными ледниками. Но в северо-восточной Сибири мы обнаруживаем иное положение дел. Становой и Верхоянские горы были сильно покрыты льдом и во время первого оледенения, вероятно, были центром настоящего ледяного покрова, подобного тому, что был в Скандинавии. Лед спустился по долинам рек Яна, Индиирка и Колыма и покрыл Новосибирские острова, которые в то время были соединены с материком. Верхняя долина Лены также была сильно покрыта льдом, двигавшимся на юг, вероятно, с Патомского нагорья. Когда это оледенение подошло к концу, источники питания в горах прекратились, и лед на низменностях и в нижних частях речных долин остался лежать на мели в виде “мертвого” льда. Когда горы освободились ото льда, возрожденные реки унесли с собой большое количество морены, глины и другого мусора, и, затопив поверхность льда на обширных территориях, отложили свой груз надо льдом. Со временем остатки ледяного покрова были глубоко покрыты слоем земли и камней, что предотвратило таяние льда и сохранило его до наших дней. Это вероятное происхождение хорошо известного “ископаемого льда” Сибири. Выдвигались и другие теории, такие как замерзание грунтовых вод зимой, но ни одна из них не

является удовлетворительной, и приведенная здесь теория в целом была принята российскими геологами.

Во время следовавшего за этим длительного теплого межледникового поверхность толстого слоя земли, покрывавшего лед, покрылась низкорослой травой точно так же, как и любая другая поверхность земли. (Параллель этому можно найти на Аляске, где ледники заканчиваются лесами, которые на самом деле растут на моренах, покрывающих их морды.) Реки прорубали себе путь вниз сквозь землю и лед, обнажая ледяные утесы, которые сверху были быстро засыпаны осыпью. Мамонт и шерстистый носорог бродили по суше, и их бивни сохранились в огромном количестве как “ископаемая слоновая кость” Сибири и Северного Ледовитого океана. Еще более примечательным является тот факт, что мамонты были найдены погребенными целиком и сохранились в мерзлом грунте до наших дней. Трудно сказать, как животные дошли до такого положения, но, скорее всего, они утонули в болотах, образовавшихся летом, и быстро замерзли.

В Западной Европе мамонт и шерстистый носорог считаются признаками сурового климата, но их присутствие в больших количествах в северо-восточной Сибири свидетельствует о климате, вероятно, несколько более теплом, чем нынешний, особенно в том, что касается продолжительности вегетационного периода. Вероятно, зимой снегопада тоже было меньше, чем сейчас. Трудно понять, как фауна могла перемещаться, скажем, с новосибирских островов в более теплый климат каждую зиму, поскольку зимний климат становится заметно более суровым по мере проникновения на юг арктического побережья в глубь страны. Вполне возможно, что мамонт и шерстистый носорог зимой впадали в спячку.

После этого межледникового наступило восстановление ледниковых условий. Однако в этом случае Становой и Верхоянский хребты, а также Патомское нагорье не были покрыты ледяным покровом, а стали центром больших долинных ледников, которые воспроизводили хорошо известные ледниковые явления — карри, ледниковые террасы, U-образные долины и т.д. Лед распространился по долинам великих рек, оставив типичный моренный ландшафт по обе стороны, и снова достиг Новосибирских островов. Со временем климат снова улучшился, начавшись на юге, и снова лед на ледниках был погребен. События на Новосибирских островах очень выразительно отражены в разрезе горных пород, описанном Воллоссовичем. Дно разреза образовано более старым слоем “ископаемого льда”. Выше находится песчаная глина с остатками луговой растительности и кустарников, за ней следует мелкая глина с остатками ольхи и белой березы, а также костями мамонта и носорога. Над ним идет еще один слой “ископаемого льда”, за которым следует глина с карликовой березой, арктической ивой и костями овцебыка, лошади, а позже и мамонта. После этого прибрежные районы на некоторое время погрузились под воду, и в климате, несколько более теплом, чем нынешний, образовались морские глины. Когда земля снова поднялась, условия были похожи на те, что преобладают сейчас.

Хотя Шпицберген и не является частью Азии, здесь можно сослаться на оледенение, которое проходит строго параллельно оледенению северной Сибири. Первое оледенение было типа “ледяного покрова”, возникшего в регионе к северу от Сторфьорда, заполнившего весь этот фиорд и простиравшегося к югу от Южного мыса. Земля Баренца и Стэнс-Форленд были, по крайней мере, частично покрыты льдом. Ледяное дно Шпицбергена, которое напоминает сибирское, возможно, возникло во время этого оледенения. За этим последовало опускание на

230 футов ниже нынешнего уровня, и лед отступил, уступив место "межледниковью", во время которого морозы были очень активными и в значительной степени стерли следы ледяного покрова. За этим "межледниковьем" последовало второе растягивание льда, которое затронуло только долины и фиорды, оставив свободными плато. За этим снова последовало оседание грунта и теплый период.

На юге Камчатки наблюдалось значительное образование льда, но в виде сети ледников, а не внутреннего ледяного покрова. На востоке лед достигал моря, но на западе он оставил незаложенной зону шириной от сорока до шестидесяти миль и высотой до тысячи футов, так что тогда была такая же разница, как и сейчас, между дождливой восточной стороной и более сухой западной стороной полуострова. Нынешняя линия снежного покрова в центре южной Камчатки составляет около 5500 футов, а на максимуме оледенения она должна была быть на целых 3000 футов ниже.

За этим оледенением через некоторый интервал последовало второе, которое было ограничено горами. Морены этого оледенения намного свежее, чем более раннего.

В Японии горы были достаточно высоки только для того, чтобы на севере образовались ледники. Морены старые и выветренные, и их значение оспаривалось; но недавние работы Симотомай и Осеки, по-видимому, установили их ледниковое происхождение. Понижение снеговой линии— необходимое для их образования, — около 3000 футов - очень хорошо согласуется с тем, что наблюдается в прилегающих частях континента. Эти явления были ограничены небольшими висячими ледниками в горах Хида, которые вырезали каррисы и спускались до уровня около 8000 футов, оставляя небольшие моренные гряды. Это оледенение, вероятно, было одновременным с более ранним и значительным оледенением Сибири. К последующему межледниковью можно отнести морские отложения, обнаруженные близ Токио, содержащие кораллы, которые в настоящее время обитают на некотором расстоянии южнее. Никаких следов какого-либо последующего оледенения Японии пока обнаружено не было.

Дж. С. Ли недавно привлек внимание к существованию оледенелой области на севере Китая, доказательством чего являются морены и бороздчатые плиты, найденные на юге Чи-ли, и оледенелая долина с перемещенными валунами на севере Шанси. Ледниковые отложения в Чи-ли тесно связаны со слоем кварцевой гальки, который продолжается на юг под лессом на восточной стороне хребта Тай-ханг и объясняется либо проливными дождями, либо таянием ледников. Дж. Гейки давным-давно заявил, что когда-то ледяные массы существовали по всему северному Китаю, и считал, что лед пришел из Гималаев. Такое происхождение невозможно, вероятным источником льда являются горы Яблоной на юге Монголии.

В Гималаях ледники раньше имели гораздо большую протяженность. Ледники в настоящее время простираются вниз на 11-13 000 футов, но старые морены обнаружены на высоте 7000 футов, а возле Далхаузи на южных склонах хребта Дхоладар - на 4740 футов.

На северной стороне Гималаев наблюдалось значительное образование ледяного покрова над Тибетом, но настоящего ледяного покрова, подобного тому, что образовался дальше на север, не было. Олдхэм фиксирует три отдельных периода оледенения в Кашмире, но пока нет возможности подробно обсудить ледниковую историю Гималаев. Последнее, вероятно,

окажется сложным, поскольку ареал все еще растет, и, вероятно, это происходило либо постоянно, либо с перерывами на протяжении всего четвертичного периода.

Значительное образование льда в Тибете, который в настоящее время является полузасушливым, из-за перехвата приносящих дожди ветров Гималайским хребтом, предполагает значительное изменение нынешних метеорологических условий. Снегопад в Тибете, вероятно, произошел из-за средиземноморских штормов, которые сейчас дают небольшие зимние осадки в северо-западной Индии, и которые во время ледникового периода значительно усилились по силе и частоте и происходили в течение всего года (Главы IV и VI), давая плювиальный период в Северной Африке. Эти штормы пройдут через Персию и продолжатся к северу от Гималаев, вероятно, разразившись над Тибетским нагорьем.

Очевидно, что, если брать северную Азию в целом, произошло два общих оледенения, из которых первое было более суровым, разделенных длительным межледниковьем, во время которого, по крайней мере в Японии, климат стал заметно теплее нынешнего. Первое оледенение связано с возвышением в Арктическом бассейне, которое закрыло Берингов пролив и соединило Новосибирские острова с материком. Это почти наверняка было одновременно с первым оледенением (Гунц-Миндель) в Европе. Образование льда началось в виде ледников в горах, как в Скандинавии, но из-за скудного запаса снега развивалось медленнее и достигло размеров ледяных щитов только в северо-восточной Сибири. Затем последовало опускание ниже нынешнего уровня, более широкое раскрытие Берингова пролива, теплые океанские течения и продолжительное межледниковье. После этого снова произошло поднятие и повторное формирование ледяных покровов, но, по-видимому, только один раз, а не дважды, как в Европе. Это оледенение, вероятно, более или менее соответствовало по времени рисскому, поскольку послеледниковая засуха в центральной Азии, по-видимому, имела огромную продолжительность.

Есть еще одно явление, которое следует рассматривать в связи с ледниковой историей Азии, и это лесс. Лесс уже упоминался в связи соледенением Европы, но в Китае его развитие гораздо шире. Рихтгофен, который первым внимательно изучил это месторождение и которому мы обязаны эолийской теорией его происхождения, обнаружил, что раньше оно откладывалось в Китае на гораздо большей площади, чем та, на которой оно скапливается в настоящее время, и приписывает это прекращение роста более обильным осадкам, принесенным ледниковым периодом, который позволил рекам сократить свои долины и осушить некоторые горные бассейны, ранее закрытые. Он считал, что лесс может накапливаться быстрее в закрытом бассейне, где случайные наводнения оставляют после себя слои голого песка и ила, которые легко высушиваются до состояния пыли, чем в хорошо дренированной речной долине, где наводнения случаются редко.

В западной Азии за пределами оледенения у нас есть дополнительные свидетельства по крайней мере одного плювиального периода на гораздо большей территории из всех замкнутых озер, частично из-за увеличения количества осадков, а частично из-за уменьшения испарения. Каспийское и Аральское моря были увеличены в несколько раз по сравнению с их нынешними размерами и объединены в единый слой внутренних вод. Озеро Лобнор значительно увеличилось в размерах, и многие пустынные котловины, в настоящее время пересохшие, были местами образования соленых озер. Это особенно актуально в центральной Персии, где были большие соленые озера.

Эти плювиальные условия еще не были соотнесены с оледенениями Азии, но, по аналогии с условиями в Америке, обсуждаемыми в следующей главе, нет никаких сомнений в том, что они были одновременными по крайней мере с одним из оледенений, и, вероятно, было два основных плювиальных периода, совпадающих с двумя ледниковыми периодами. В Баку, на берегу Каспийской реки, Пумпелли обнаружил старые береговые линии на высотах 600, 500 и 300 футов над нынешним уровнем воды. Еще более интересными являются условия, обнаруженные Свеном Хедином в бассейне реки Кавир в Персии. Здесь есть озерные глины и илы, относящиеся к плювиальному периоду, покрытые слоями почти чистой соли, что свидетельствует о быстром и полном высыхании озера. Выше этого снова находятся другие отложения ила, указывающие на возвращение плювиальных условий. В дополнение к этому последовательность илов и глин показывает, что было несколько незначительных колебаний, наложенных на основные периоды увлажнения, что дало в общей сложности десять влажных фаз.

БИБЛИОГРАФИЯ

Многие из наиболее важных ссылок приведены на русском языке, и для них сделаны ссылки на резюме на других языках.

Севастьянов Д. П. “Оледенении крайнего северо-востока Сибири”. J. 12 Конгр. Рус. нац., Москва, 1910, № 10, с. 491. (На русском языке см. Геол. Centralblatt, 15, с. 205.)

Рисничанко В. “Древние и современные ледники юго-западного Алтая”. Мемуары. Рус. Geogr. Soc., 48, 1912, стр. 357. (Русский, см. Геол. Centralblatt, 19, стр. 131.)

Комаров В. “О четвертичном оледенении Камчатки — Путешествия по Камчатке в 1908-9 годах”, Т. 1 (русский, см. N. J. Min., 1915, Ч. 2, с. 117).

Merzbacher, G. “Zur Eiszeitfrage in der nordwestlichen Mongolei.” Питер. Mitt., Гота, 57, 1911, стр. 18.

Prinz, Gyula. “Die Vergletscherung des nördlichen Teiles des zentralen Tien-schan-Gebirges.” Wien, Mitt. K. K. geogr. Gesellsch, 52, 1909, p. 10.

Обручев В. А. “Геологическая карта Ленского золотоносного района”. Санкт-Петербург, 1907. [Текст на русском языке; см. Геол. Централблатт, 12, стр. 507-9.]

Simotomai, H. “Die diluviale Eiszeit in Japan.” Berlin, Zs. Ges. Erdkunde, 1914, p. 56.

Осеки К. “Некоторые заметки о ледниковых явлениях в Северо-Японских Альпах”. Эдинбург, Шотландия. Geogr. Mag., 31, 1915, p. 113.

Ли, Дж. С. “Обратите внимание на следы недавнего ледостава в Северном Китае”. Геол. маг., 59, 1922, с. 14.

Беррард С. Г. и Хейден Х. Х. “Очерк географии и геологии Гималаев и Тибета”. Калькутта, 1907-8.

Хогбом Г. “Бидраг Тилль Исфьордсомрадец квартаргеологии”. Геол. Foren. Стокгольмское издательство, 1911. (Шпицберген; резюме на немецком.)

Richthofen, F. Freih. von. “Китай”. В 5 т., 1907-12. (Лесс, см. Том 1, стр. 74 и далее.)

Хедин, Свен. “Некоторые физико-географические указания на постплювиальные климатические изменения в Персии”. Междунар. Геол. Конгресс, Стокгольм, 1911. “Die Veränderung des Klimas.”

ГЛАВА VIII

ЛЕДНИКОВАЯ ИСТОРИЯ СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ

Оледенение Северной Америки было еще более масштабным и сложным, чем оледенение Европы. Оно распространилось из трех основных центров: Кордильерского, или центра Скалистых гор, Киватинского, расположенного к западу от Гудзонова залива, и лабладорского. Остров Ванкувер на западе и Нью-Брансуик и Ньюфаундленд на востоке также были независимыми центрами оледенения, и лед с последнего, возможно, местами достигал побережья Соединенных Штатов. Лед покрывал площадь около 4 000 000 квадратных миль, а основной ледяной покров простирался до 38 ° северной широты, или на двенадцать градусов южнее, чем скандинавский ледяной покров. Американские геологи выделяют девять стадий, хотя мнения разделились относительно того, все ли стадии “дегляциации” представляют собой реальные межледниковые периоды. Последовательность действий следующая:

1. Небраскинское, джерсийское или докансанское оледенение.
2. Афтонское оледенение.
3. Кансанское оледенение.
4. Ярмутское оледенение.
5. Иллинойское оледенение.
6. Дегляциация Сангамона.
7. Оледенение Айовы.
8. Пеорийское оледенение.
9. Висконсинское оледенение.

С другой стороны, в северной части Скалистых гор есть свидетельства только двух ледниковых периодов, разделенных одним длительным межледниковьем, хотя, возможно, второе оледенение было двойным. Далее на юг, вне досягаемости основных ледниковых покровов, видны следы двух, а местами и трех отдельных проявлений долинных ледников, напоминающих альпийские.

Как и в случае с Европой, литература по этому вопросу обширна и противоречива, но нижеследующее краткое изложение хода событий отражает взгляды большинства умеренных американских геологов.

Четвертичный период начался с значительного поднятия всего Североамериканского континента, которое подняло Скалистые горы на несколько тысяч футов над их нынешним уровнем и расширило континентальную территорию на большую часть северного архипелага.

Считается, что на востоке Ньюфаундленд поднялся по меньшей мере на 1000 футов, в результате чего берега превратились в сушу и большая холодная территория оказалась на пути несущих влагу южных ветров. Как и в северной Европе, высокие горы запада были первыми, где образовались большие ледники, которые объединились в ледяной покров, заполняя долины и поднимаясь вверх по склонам гор, пока его толщина не достигла 5000 футов. В Пьюджет-Саунд толщина льда составляла 4000 футов, но в сторону моря склон очень быстрый, и лед не смог далеко отойти от берега. Этот ледяной покров простирался на некоторое расстояние на юго-восток вглубь Соединенных Штатов, образуя первую наземную морену в этом районе. Вероятно, в то время, когда это кордильерское оледенение все еще продолжалось, лед начал распространяться наружу также из лабрадорского центра, образуя древнейший дрейф в этом регионе. Эти древнейшие отложения, однако, еще недостаточно изучены.

Эта древнейшая валунно-глинистая местность отделена от морен основного оледенения вблизи его южной границы речным гравием, содержащим останки моллюсков и крупных травоядных млекопитающих — вымерших видов лошадей, волосатого мамонта старого света (*Elephas primigenius*) и двух других вымерших видов слонов, а также настоящего американского мамонта. Это афтонская фауна, которая была заявлена как свидетельство межледникового периода. То, что это свидетельствует об отступлении кромки льда в этом конкретном регионе, несомненно, но то, что климат стал действительно умеренным, очень сомнительно. Более вероятно, что он соответствует “межледниковью” Гунц-Минделя в Альпах и образовался, когда ледниковый покров Кордильеры отступал, но до того, как Кив-ватинский покров достиг своего максимума.

За афтонским этапом последовало Кансанское оледенение, когда ледяные щиты достигли своей максимальной площади на большей части Северной Америки. Главным центром оледенения на этой стадии был Киватин, расположенный к западу от Гудзонова залива. Хотя несомненно, что центр Киватина достиг своего максимума позже Кордильерского, мнения геологов в Америке разделились относительно того, сливались ли когда-либо два ледяных щита, но трудно понять, как независимый ледяной щит мог вырасти на сравнительно низкой территории центра Киватина. Скорее всего, ход событий здесь был точной параллелью тому, что происходило в более известном скандинавском регионе — кордильерский ледяной покров простирался на восток по неизменности до тех пор, пока к востоку от Скалистых гор не сформировался ледниковый антициклон. Когда это произошло, запас влаги в западной части ледяного покрова несколько сократился, и восточная часть зажила самостоятельной жизнью, в конечном счете став главным центром оледенения. Именно в то время, когда происходили эти изменения, южная граница льда отступила на север и образовались “афтонские” отложения.

Следующий этап (Кансан) наступил, когда лед из центра Киватина распространился во всех направлениях и на юге достиг максимальных пределов оледенения в Америке. На западе этот слой перекрывал морену бывшего кордильерского льда, но Скалистые горы были слишком далеко и слишком высоки, чтобы лед Киватин мог доминировать над ними и перекрывать их с востока на запад. Вместо этого эти горы, должно быть, сохранили собственное обширное оледенение.

С ростом центра Киватина численность лабрадоров также уменьшалась, но медленнее, и это изменение не было связано с отступлением южной кромки льда, так что соответствующего “межледниковья” на востоке Соединенных Штатов не было. Морены этих более древних оледенений напоминают морены ранних ледниковых щитов Европы, представляя собой лишь

невыразительные ровные поверхности валунно-глинистой породы без моренных гребней, озер и других характеристик ледоносного поверхностного детрита, и нет сомнений в том, что условия на южной окраине были аналогичными — климат был суровым зимой, но не невыносимым летом. В то же время он был явно более суровым, чем нынешний, даже на юге Флориды, где есть колонии северных растений, которые мигрировали на юг во время ледникового периода, все еще обитая на местных холодных склонах с северным уклоном. После максимума оледенения исчезновение льда происходило постепенно и в основном за счет абляции, поскольку здесь нет ни одного из обширных речных галечников и пойменных террас, которые мы обнаружили бы, если бы таяние было быстрым. Такие отложения встречаются только в долинах Скалистых гор, что свидетельствует об условиях, подобных тем, которые сложились в Альпах.

Последующая ярмутская стадия оледенения была очень длительной, соответствуя в этом отношении межледниковью Миндель-Рисса в Европе. Морена Кансан была разрушена выветриванием на глубину десяти или двадцати футов, и четыре пятых ее поверхности было удалено в результате эрозии ручьев и рек. В горных районах боковые ручьи, которые остались в “висячих долинах” из-за чрезмерного углубления сильно покрытых льдом основных долин, успели образовать равномерно распределенные широкие V-образные долины, спускающиеся к уровню основного потока. Также и в Большом бассейне, где периоды высокого уровня воды считаются соответствующими основным оледенениям, интервал низкого уровня воды, соответствующий Ярмутскому этапу, был очень длительным. По приблизительной оценке, его длина составляет около 200 000 лет — несколько короче, чем у Миндель-Риссов. На самом деле, хотя оледенения Кансана и Минделиана были примерно одновременными, последующее повторение оледенения в Америке, по-видимому, немного предшествовало оледенению в Европе.

О климате этой стадии, к сожалению, у нас мало свидетельств. Известны старые поверхности суши этого возраста, содержащие залежи торфа и костей лесного кролика и обыкновенного скунса, но ареал обитания обоих этих животных широк. Возможно, климат напоминал нынешний на протяжении большей части периода; нет никаких свидетельств того, что он когда-либо был теплее, и представляется вполне вероятным, что ледяные щиты сохраняли свое существование на крайнем севере на протяжении всего этого этапа.

После этого межледниковья наступил период возобновления подъема в Скалистых горах и в центрах Лабрадора и Ньюфаундленда, что привело к повторению оледенения. В Скалистых горах лед был не таким толстым, как на предыдущем этапе, но все долины были заняты на значительную глубину, и лед распространился на восток. Лабрадорские ледяные щиты также снова сформировались, образовав Иллинойское оледенение, морены которого обнаружены на западе до Иллинойса, но морены этого возраста неизвестны из-за ледникового щита Киватин. Последнее сформировалось позже и классифицируется некоторыми американскими геологами как отдельное оледенение, Айовское, которое определенно встречается только в северной Айове, но может быть представлено дальше на восток тонким слоем валунной глины, перекрывающим иллинойскую морену. Предполагаемое межледниковье между Иллиной и Айовой, “этап Сангамона”, представлено только поверхностями суши, образованными иллинойской мореной и покрытыми лессом или локальным эквивалентом айовской морены, и нет никаких свидетельств того, что кромка льда отступила далеко. Другие американские геологи, включая Ф. Леверетта, не признают существования отдельного Айовского оледенения, и поскольку степень выветривания и денудации, которым подверглись две морены, отличается

очень мало, это кажется более естественным взглядом. Естественным объяснением, по-видимому, является то, что это был еще один случай “ледникового пиратства”: ледяной покров Киватин из-за меньшего количества выпавшего снега развивался более постепенно и, в конце концов, отвлекал запас влаги от лабрадорского ледяного покрова, пока не достиг максимума после того, как последний уже пошел на убыль. Оба этих слоя дрейфа имеют сходные плоские черты с кансанским слоем, без моренных гребней.

Интерпретация Левереттом последовательности такова: за третьим (Иллинойско-Йованским) оледенением последовал период влажного климата, когда на ровных плохо дренированных поверхностях образовались торфяные болота, в то время как в других местах появились хвойные леса. За этим последовал период сухих степных условий с холодным умеренным климатом, когда был отложен великий американский лессовый слой. Этот лессовый слой простирается на север, перекрывая морену Айовы, и в местах, проходящих под Висконсинским дрейфом. Материал поступил с запада и, вероятно, в основном с сухих равнин к востоку от Скалистых гор, от которых его толщина уменьшается к востоку. Но, в отличие от Европы, за этой фазой степных условий в Америке последовало определенное межледниковье, когда климат, по-видимому, стал несколько теплее нынешнего. В северных Штатах древняя поверхность суши, образовавшаяся на лессе и получившая название пеорианской стадии, перекрыта висконсинским отложением; но недалеко от Торонто, на берегах озера Онтарио и в долине Дона, промежуток, представленный этой поверхностью суши, частично заполнен замечательной серией озерных отложений, известных как торонтская стадия. Дно озера Онтарио указывает на климат, немного более холодный, чем нынешний, но на дне долины Дона встречаются растения и животные, обитающие в центральных Штатах, и относятся к условиям, более благоприятным, чем те, которые сейчас встречаются в округе.

Продолжительность этого межледниковья была рассчитана замечательным образом А. П. Коулманом, который на основе волнового воздействия оценил ее в 62 000 лет, что очень близко согласуется с 60 000 годами, найденными Пенком и Брюкнером в Альпах. Этот период был недостаточно долгим для того, чтобы ручьи в “висячих долинах” образовали равномерно распределенные долины вплоть до основных рек, и, следовательно, был намного короче предыдущего межледниковья.

Последним оледенением Северной Америки было Висконсинское, которое очень напоминает европейское Вурмианское оледенение как по своим связям с более старыми оледенениями, так и по грубой топографии и неношеному характеру его морен. Он простирался в пределах Кансанского пролива на целых две трети континента, от Нантакета и Кейп-Кода через Лонг-Айленд, север Нью-Джерси, Пенсильванию, юг Нью-Йорка, Огайо, Индиану, Иллинойс, Мичиган, Висконсин, Миннесоту, Айову и Дакоты, Манитобу, Саскачеван и Альберту. В то же время в центре Кордильеры, вероятно, увеличилось количество местных долинных ледников.

Как и Вюрмское оледенение, Висконсинское было двойным. Более старые морены хорошо заметны и местами покрыты слоем лесса толщиной в фут или два, хотя толщина этого отложения не достигает ничего подобного толщине, покрывавшей морены более ранних оледенений. Морена под этим лессом очень слабо выветрилась, так что временной интервал был очень коротким; возможно, этот лесс является перераспределенным более старым лессом, связанным с ледниковыми восточными ветрами. Лед первого оледенения таял очень медленно, и на морены поступает очень мало гравия. Но “после того, как висконсинский ледяной покров

занял положение немного за пределами Великих озер, отступление стало намного более быстрым, и образовались большие водоотливные полосы, из которых в долины уходили шлейфы гравия, уводящие далеко вниз по дренажным линиям. С этого места ... морены практически свободны от лессовидных илов”.[4]

С этого момента ледниковая история Америки представляет собой период нерегулярного отступления, со случайными остановками или даже повторными переходами, напоминающими таковые у скандинавских льдов. Найдены полосчатые глины, аналогичные тем, которые так успешно использовал барон де Гир для датирования стадий отступления Скандинавии, и этот геолог недавно исследовал их, но до тех пор, пока его результаты не будут отработаны, нельзя пытаться провести корреляцию с Европой.

Естественные часы другого типа дает Ниагарский водопад, который сокращает свой обратный путь вверх по ущелью с точно установленной скоростью. Принимая во внимание разное количество воды, прошедшей через водопады на разных этапах постледниковой географии, продолжительность с момента освобождения региона ото льда была рассчитана примерно в 20 000 лет, что хорошо согласуется со временем, прошедшим с тех пор, как скандинавский ледяной покров покинул побережье Северной Германии.

Прежде чем покинуть Северную Америку, необходимо дать краткий отчет о явлениях за пределами основных центров оледенения, и особенно об истории Большого бассейна между горами Сьерра-Невада и Уосатч. Самые низкие уровни этого бассейна в настоящее время заняты несколькими солеными озерами без стока, из которых самым крупным является Большое Соленое озеро, уровень воды в котором определяется балансом между притоком рек и испарением с поверхности. Дважды в прошлом этот баланс был явно более благоприятным, и тогда озера увеличивались во много раз по сравнению с нынешними размерами. Два самых больших из этих старых озер были полностью описаны под названиями озеро Бонневиль (остатком которого является Большое Соленое озеро) и озеро Лахонтан, расположенное дальше к западу. Исследования показали, что до ледникового периода, уходящего корнями в неизвестное прошлое, был период сильной засушливости. За этим последовал длительный период половодья, во время которого, однако, ни одно из озер не разлилось. За этой стадией последовал очень длительный период сильной засушливости, в течение которого озера полностью высохли, и все их растворимые вещества были отложены и погребены аллювиальным материалом. За этим периодом последовало возвращение влажных условий, во время которых вода достигла более высокого уровня, чем раньше, и в случае с озером Бонневиль фактически перелилась в реку Снейк, образовав глубокое ущелье. Этот период, однако, был короче предыдущего влажного периода. За ним последовал неравномерный спад, перемежающийся со случайными небольшими подъемами, но в конечном итоге оба озера опустились ниже своего нынешнего уровня и, вероятно, снова полностью высохли. Оба озера предполагают, что за этим низким уровнем последовал третий подъем на высоту, совсем немного превышающую нынешний уровень, за которым последовало медленное падение в последние годы.

Связь периодов половодья с оледенениями в этих крупных озерах неясна, но в бассейне Моно, небольшом бассейне дальше к западу, нет сомнений в том, что эти два периода были почтиодновременными, половодье сопровождало максимумы оледенения и продолжалось до некоторой степени в фазе отступления. Очень длительный интервал между первым и вторым

периодами половодья, в несколько раз превышающий период после второго периода, согласуется с этой корреляцией. Таким образом, мы обнаруживаем, что к юго-западу от основной области оледенения существовал район с большим количеством осадков или меньшим испарением, а более вероятно, и с тем, и с другим. Это подтверждают долинны морены всего этого региона — Сьерра-Невада, горы Уинта и Уосатч, хребет Медисин-Боу в северном Колорадо и т.д., все они указывают на два оледенения, из которых первое было более значительным и разделенным очень большим интервалом. В нескольких хребтах морены второго оледенения двойные, и некоторые геологи считают, что в этих регионах было три ледниковых периода.

С другой стороны, в чрезвычайно засушливом регионе Аризона, расположенном значительно южнее, данные конгломератов Гила указывают на то, что, хотя морозы были очень активными, увеличение количества осадков, хотя и несомненно присутствовало, было сравнительно небольшим. Это показывает, что климатический баланс не был сильно нарушен, главным результатом стало значительное понижение температуры, вероятно, из-за холодных северных ветров. Конгломераты Гила состоят из двух частей, разделенных периодом, отражающим современные условия.

Подводя итог свидетельствам о ледниковом климате Северной Америки, мы обнаруживаем поразительное сходство с европейским. На севере возвышенность и увеличившаяся площадь суши вызвали образование больших ледяных покровов, которые сначала появились в горных районах во время сильных снегопадов, а позже распространились по более сухим равнинам и плато во внутренних районах страны. Это первое оледенение было долгим и сложным. Из-за антициклонических условий, сформировавшихся над льдом, дождевые и снегоносные впадины были вынуждены продвинуться дальше на юг, вызвав усиление снегопадов в горах и высокий уровень воды в бассейнах озер. Этот сильный снегопад вместе с холодными условиями, вызванными существованием ледяных покровов на севере, вызвал развитие горных ледников к югу от основного оледененного региона. На востоке дули холодные северные ветры, которые несли суровый климат на юг до Флориды. За этим ледниковым периодом последовал спад и длительный период сухого, умеренно теплого климата, длившийся, возможно, 200 000 лет, после чего снова установились возвышенность и ледниковые условия. Эти условия были не такими суровыми, как первые, и их продолжительность была намного меньше, при этом они прерывались несколькими интервалами временного спада льда, один из которых, соответствующий периоду Рисса-Вюрма, длился 60 000 лет, и, возможно, его следует рассматривать как “межледниковье”. На ранних стадиях этот период был отмечен отложением любопытного эолового отложения, известного как “лесс”, что указывает на степные условия. После последнего оледенения наступила стадия нерегулярного отступления.

БИБЛИОГРАФИЯ

Левверетт Ф. “Сравнение ледниковых отложений Северной Америки и Европы”. З. Ф. Глетчеркюнде 4, 1910, стр. 280, 323.

Райт У. Б. “Четвертичный ледниковый период”. Лондон, 1914, главы. 8-9.

Эттвуд, У. У. “Оледенение гор Уинта”. J. Geol., 15, 1907, стр. 790.

Хендерсон Дж. “Потухшие ледники Колорадо”. Коло. Университет. Исследования, 3, 1905, стр. 39.

Гилберт Г. К. “Озеро Бонневиль”. Вашингтон, Геология США. Обзорная монография I, 1890.

Рассел, И. К. “Геологическая история озера Лахонтан”. Вашингтон, Геология США. Обзорная монография XI, 1885.

Коулман А. П. “Оценка послеледникового и межледникового времени в Северной Америке”. Респ. 12 Междунар. Конгр. Геол., 1913, с. 435.

ГЛАВА IX

ЦЕНТРАЛЬНАЯ И ЮЖНАЯ АМЕРИКА

Нехватка данных, которая вызывала сожаление при описании Азии, еще более заметна в случае Южной Америки, и необходимо будет представить ледниковую историю этого континента только в самых общих чертах. Это тем более прискорбно, что цепь Анд, простирающаяся от севера экватора до высоких южных широт, имеет огромное значение в теории оледенения, и особенно в вопросе одновременности оледенения в двух полушариях.

Начало оледенения в Южной Америке неясно. Распределение животных показывает, что к концу третичного периода Фолклендские острова значительно поднялись и были объединены с Огненной Землей и Патагонией, и эта увеличившаяся территория суши была каким-то образом связана с Австралией и Тасманией, но способ этой последней связи определенно неизвестен. Более подробно этот вопрос будет рассмотрен [в главе XI](#); здесь достаточно сказать, что высота над уровнем моря на Огненной земле, возможно, достигала 12 000 футов. К экватору высота уменьшалась, и вблизи экватора суша, вероятно, лежала несколько ниже, чем сейчас.

В Южной Джорджии нынешние ледники значительно расширились, пока практически весь остров не был покрыт льдом, и то же самое верно для Фолклендских островов и Огненной Земли, только самые высокие вершины остались над льдом. В последнем районе есть некоторые свидетельства двух оледенений, разделенных межледниковьем, причем более раннее оледенение было вызвано региональным ледниковым покровом, а более позднее - более мелкими долинными ледниками. Сложная береговая линия Фолклендских островов и Огненной Земли указывает на эрозию фиордов льдом, которая простиралась далеко за нынешние границы суши и могла произойти только при значительном возвышении. Что касается характера межледниковья, то известно мало. На Фолклендских островах есть слой черной растительной почвы, усеянный стволами деревьев, что указывает на существование пышных лесов и умеренный климат. Это отложение перекрыто валунно-глинистым слоем и может быть межледниковым или доледниковым, но поскольку оно образовалось, когда суша стояла на сравнительно низком уровне, хотя у нас есть основания полагать (см. [Главу XII](#)), что в конце третичного периода эти острова были значительно приподняты, это, вероятно, межледниковое образование и указывает на значительное улучшение климата. На острове Гейбл, Огненная земля, Галле обнаружил под валунной глиной четвертичную фауну ракушек и

морских моллюсков, что указывает на климат, немного более теплый, чем нынешний, и это, вероятно, относится к тому же периоду. К заключительным стадиям ледникового периода на Фолклендах относятся любопытные “каменные реки”, огромные потоки поросших мхом валунов, которые заполняют долины и, вероятно, все еще медленно движутся под влиянием изменений температуры.

Проходя дальше на север, к Андам, между 39° и 44 ° южной широты, оледенение было не таким сильным, и поэтому его записи более четкие. Первым результатом возвышения стало прорезание реками глубоких каньонов. За этим последовало, возможно, без значительного дальнейшего повышения, понижение температуры, которое в этой связи можно объяснить расширением ледяных покровов Антарктики и Огненной Земли. В настоящее время ледники сформировались и распространились вниз по каньонам, оставив морены большого объема и высоты, соответствующие всем другим критериям оледенения. Снежные поля, из которых возникли эти ледники, лежали на высоте от 5000 до 6000 футов над уровнем моря, а линия снежного покрова проходила примерно на высоте 3000 футов, а не выше 6000, как в настоящее время.

За этим оледенением последовал длительный межледниковый период, во время которого ледники отступили к самым высоким вершинам Анд. На продолжительность этого периода указывает тот факт, что более ранние морены были размыты до такой степени, что в них больше нет отчетливых черт ледникового рельефа, в то время как материалы, из которых они состоят, разложились примерно в той же степени, что и более древние морены Северной Америки, особенно прогнившие и рыхлые гранитные валуны. За этим межледниковьем последовало повторное развитие ледников, но совсем не в такой степени, как раньше; их морены меньше и выглядят свежими, что указывает на то, что это оледенение было сравнительно недавним.

Еще дальше на север, на 20 ° -25 ° южной широты, мы попадаем в регион с очень слабым снегопадом, где снежная линия лежит выше, чем где-либо еще на поверхности земли. Оледенение здесь было сравнительно незначительным, снежная линия опускалась всего на 1600-2500 футов. Здесь Кейдель обнаружил морены трех ледниковых наступлений, и из его описания представляется вероятным, что самое раннее и наибольшее было отделено значительным интервалом от двух более молодых, межледниковье между которыми было коротким и не характеризовалось возвратом к современным климатическим условиям, поскольку в течение этого интервала произошло очень незначительное выветривание. Вероятно, мы имеем здесь дело с двумя оледенениями, из которых второе было двойным. Фактически, некоторые авторы описали не менее пяти наступлений ледников в Аргентинских Андах, но большинство из них, вероятно, являются просто стадиями отступления.

В Перу У. Сиверс сообщает о существовании двух оледенений, разделенных значительным интервалом. Современная граница ледников составляет около 15 200 футов; во время первого оледенения они опустились примерно до 11 000 футов, а во время второго - до 12 800 футов. Свидетельства очень полные. В Эквадоре Х. Мейер фиксирует аналогичное двухпартийное разделение. Древнейшее оледенение представлено корытообразными долинами, огромными галечными террасами и старыми моренами, сильно пострадавшими от выветривания; их границы намного ниже нынешних границ ледников, но были сильно размыты последующей эрозией. За этим оледенением последовал длительный период степного климата, напоминающего нынешний, в течение которого отложилась лессовидная формация Кангагуа.

За этим, в свою очередь, последовало повторное поднятие ледников до уровня примерно на 2700 футов ниже нынешнего предела. Это оледенение связано с моренами в форме полумесяца, озерами корри, висячими долинами и галечными террасами, покрытыми растительностью, но в остальном выглядящими свежими. Линия снежного покрова пролегла примерно на 1600 футов ниже современной. Вероятно, во время первого оледенения Анды были заселены многочисленными горными растениями и животными, относящимися к североамериканским формам — ценное свидетельство, указывающее на то, что оледенение было одновременным с оледенением в Северной Америке. В Колумбии и Венесуэле есть следы ледниковых периодов, но они еще не были детально изучены. Самое северное свидетельство ледникового периода находится в Сьерра-Невада-де-Санта-Мария, недалеко от северного побережья Венесуэлы, на 11 ° северной широты

За исключением Огненной Земли и Патагонии, льды не простирались далеко от гор. Но на востоке Аргентины есть большая серия четвертичных отложений, известных как Пампейские. Это образование занимает 200 000 квадратных миль и состоит по меньшей мере из девяноста футов мелкого суглинка без единого камешка (за исключением нескольких тонких известковых слоев), но содержит большое количество полных скелетов млекопитающих. Это поднимает несколько интересных проблем. По-видимому, это отражает весь ход ледникового периода. Некоторые геологи считают, что это отложение в дельте объединенных рек Парана и Парагвай, но отсутствие моллюсков, за исключением морских отложений вблизи ее вершины, противоречит этой точке зрения, и Штайнманн относит это к эоловым отложениям и сравнивает с лессом Европы и Северной Америки. Если эта точка зрения верна, то Пампасы представляют собой степные условия, преобладающие на экваториальной стороне ледникового щита Патагония-Фолклендские острова. Очевидно, до наступления сильнейших холодов Пампасы были, по крайней мере частично, покрыты лесом, поскольку в более старых слоях обнаружены особые формы наземных ленивцев, которые были приспособлены к жизни в лесу и были найдены также в пещерных отложениях Бразилии. В период максимального оледенения Пампасы, вероятно, имели степной климат, но исчезновение лесов следует отнести скорее к засухе, чем к холоду. Возвышающиеся ледниковые Анды на западе и ледниковые щиты на юге сделали бы Аргентину чрезвычайно засушливой, и это объясняет постепенное вымирание стольких гигантских форм, останки которых найдены в отложениях Пампы. В конечном счете условия стали слишком суровыми даже для лошади, которая вымерла в Южной Америке. Морская трансгрессия, оставившая свой след у вершины Пампосов, вероятно, является послеледниковой.

С другой стороны, в Бразилии нет никаких свидетельств того, что климат когда-либо был суше нынешнего, а в полузасушливых регионах северо-востока даже вероятно, что во время ледникового периода климат был более влажным, предположительно из-за большей силы приносящих дожди восточных и северо-восточных ветров. Далее на запад, в Андах, существование этого влажного периода подтверждается бывшими большими размерами озера Титикака, и, по-видимому, есть дополнительные свидетельства того же эффекта в пустынях Чили.

БИБЛИОГРАФИЯ

Steinmann, J. "Diluvium in Südamerika." Zs. d. D. Geol. Gesellsch., 58, 1906, p. 215.

Meyer, H. "In den Hochanden von Ekuador." Berlin, 1907.

Sievers, W. "Reise in Peru und Ecuador, ausgeführt 1909." München und Leipzig, 1914.

Keidel, H. "Ueber den Anteil der Quartären Klimaschwankungen an der Gestaltung der Gebirgsoberfläche in dem Trockengebiet der mittleren und nördlichen Argentinischen Anden." Конгр. Геол. Междунар., 12, Канада, 1913, стр. 757.

Уиллис, Бейли. "Физиография Кордильер-де-лос-Андес между 39° и 44° южной широты" Конгр. Геол. Международный журнал, 12, Канада, 1913, С. 733.

Галле Т. Г. "О четвертичных отложениях и изменениях уровня в Патагонии и Огненной Земле". Бюлл. Геол. Инст., Упсала, 9, 1908-9, стр. 93.

ГЛАВА X

АФРИКА

Четвертичную историю Африки, к сожалению, можно изложить в нескольких словах. Оледенение Атласских гор уже упоминалось в связи со Средиземноморским регионом. Дальше к югу у нас нет такой большой горной цепи, как Анды, простирающейся над линией снегов по всей территории страны, а всего лишь несколько изолированных вершин. Известно, что три из них, все близко к экватору, демонстрируют следы значительно расширенного оледенения в прошлом: Рувензори, к северу от экватора, на границах Уганды и Конго, достигающий высоты 16 794 футов, при нынешней линии снега на высоте 15 000 футов, и ледники, простирающиеся до 10 000 футов, ранее несли ледники, простирающиеся до 5200 футов; Кения, на экваторе в Кенийской колонии, высота 17 040 футов, нынешняя линия снега около 15 000 футов, прошлая линия снега 12 000 футов, и старые морены на высоте 10 000 футов; наконец, Килиманджаро, 3° южной широты, на границах территории Танганьика, высота 19 320 футов, нынешний предел ледников 13 650 футов, прошлый предел 4870 футов. Южнее, на горах Дракенсберг, между Басутолендом и Наталом, более высокие вершины покрылись ледником. Ни в одном из этих случаев не были описаны остатки более чем одного оледенения, но горы все еще очень мало известны, и эти отрицательные свидетельства не являются окончательными. В окрестностях Рувензори есть несколько вершин, высота которых достигает 12 000 футов, но они не были покрыты льдом, что указывает на линию снегопада выше этого уровня. К сожалению, последнее свидетельство сомнительно, поскольку эти горы вулканического происхождения и, возможно, послеледникового возраста; однако мы можем считать, что оледенение гор Центральной Африки характеризовалось значительным увеличением длины ледников при лишь незначительном понижении снежной линии, условия показывают, что оледенение было вызвано главным образом увеличением количества выпадающего снега и лишь в незначительной степени понижением температуры. Этот вывод подтверждается низменными слоями, которые нигде не показывают заметно более низкой температуры, но изобилуют признаками того, что в прошлом количество осадков значительно увеличилось. Первый из них - это бывшие большие по размеру великие озера Африки.

Абиссиния, как мы видели, была, вероятно, суше, чем сейчас, но дальше на юг осадков должно было быть значительно больше. Озеро Киога возвышалось на 600 футов над своим нынешним уровнем и было соединено с озером Виктория. Озеро Виктория и озера поменьше были вдвое больше нынешних, а большинство широких долин были заполнены водой. Озеро Магади - это ослабленный реликт огромного водного покрова, а другие великие озера полностью исчезли. Один из них, в Рифтовой долине, к югу от озера Найваша, был нанесен на карту профессором Грегори и назван в честь профессора Зюсс. Частично это уменьшение площади озер, несомненно, имело место в историческое время, а частично может быть связано с изменениями в дренаже, но остается достаточно свидетельств, свидетельствующих о том, что некоторое время в ледниковый период великие озера были намного больше нынешних.

Мистер Э. Дж. Уэйленд, государственный геолог Уганды, сообщает мне, что в старом бассейне Виктория-Ньянза имеются массы гравия шириной в две-три мили, поверхность которых образует две террасы на разных уровнях. Выше их уровня находится старая пенеplена с древним пляжным гравием. Г-н Вэйленд считает, что эта пенеplена была сформирована, вероятно, в плиоцене первой Викторией Ньянзой, занимавшей котловину между складками. Первоначальный высокий уровень был вызван отсутствием выхода, но, возможно, был усилен другими причинами. Затем уровень озера постепенно опустился до значительно более низкого уровня, после чего снова поднялся почти до своего прежнего уровня и оставался там значительное время. В этот период образовались крупные отложения гравия; они содержат паводковые отложения, особенно у своего основания. Затем уровень озера снова понизился, и эта часть бассейна превратилась в долину, занятую рекой. Впоследствии уровень снова поднялся настолько, что образовалась нижняя терраса в гравии. Г-н Вэйленд считает, что верхняя терраса также может представлять собой стадию, отличную от той, на которой гравий был фактически отложен, но верхняя терраса может быть первоначальной поверхностью гравия. Таким образом, имеются свидетельства о двух плювиальных периодах в Центральной Африке, из которых первый, вероятно, соответствующий значительному распространению горных ледников, был более значительным. Судя по археологическим свидетельствам, это, по-видимому, соответствует минделевскому оледенению Европы.

К. У. Хобли указал на вторую линию доказательств. У входа в гавань Килинди, Момбаса, в коралловом барьере есть брешь, через которую поступает пресная вода из реки. Эти промежутки всегда обнаруживаются напротив устьев рек и происходят из-за неспособности кораллового полипа жить в пресной или солоноватой воде. Во времена плейстоцена суша находилась примерно на семьдесят футов ниже относительно моря, и старый канал через риф на этой высоте почти вдвое шире нынешнего канала, что показывает, что река тогда имела больший объем, то есть осадков в ее бассейне было больше.

Но Африка примечательна главным образом своими пустынями, и наиболее важные свидетельства климатических изменений можно найти в пустынях Сахара и Калахари. Со времен древних греков считалось, что Сахара раньше была местом большого внутреннего моря, и наличие этого моря даже предполагалось как причина ледникового периода в Европе, но недавние исследования показали, что это не так; Сахара была сушей, по крайней мере, на протяжении третичного периода. Однако имеется множество свидетельств того, что в четвертичный период количество осадков было значительно больше, чем в настоящее время. Присутствие многочисленных животных, тесно связанных с водой, таких как гиппопотам и даже крокодил, в оазисах, ныне полностью изолированных, показывает, что раньше эти оазисы были

связаны с большими реками. Однако наиболее определенные свидетельства получены с озера Чад. Раньше эта территория занимала гораздо большую площадь, но Чудо и Фрейденберг выявили целую серию изменений от пустынных условий третичного периода через плювиальные условия четвертичного периода обратно к пустынным условиям настоящего времени. Последовательность действий следующая:

1. Режим дюн.
2. Медленная трансгрессия, вызвавшая длительный болотистый период, в течение которого многочисленны растения, остатки которых найдены, жили в этот период.
3. Медленный регресс.
4. Быстрая трансгрессия (серый суглинок).
5. Медленная регрессия (глинистый белый суглинок со следами корней).
6. Трансгрессия (белый суглинок).
7. Установление нового режима дюн.

В бассейне Чари к востоку от озера Чад находятся останки рыб и раковин, а также мелкая галька из песчаника и халцедона, которые не являются местными, но, должно быть, были принесены с гор Тибести реками Эгней и Торо, когда их течение было намного сильнее, чем сейчас. В Сенегале, к югу от 15-й параллели, нынешние дюнные пески подстилаются аллювиальной почвой, что указывает на более влажные условия, предшествовавшие нынешнему климату. Нет способа датировать влажные периоды, на которые указывают эти явления, но разумно соотнести их с прежним расширением озер Центральной Африки.

Двигаясь на юг к Калахари, мы находим свидетельства ряда влажных стадий, разделенных более сухими интервалами, но их, по-видимому, можно сгруппировать в два основных плювиальных периода, разделенных длительным межплювиальным периодом со степными условиями. По крайней мере, один из этих плювиальных периодов должен быть соотнесен с бывшим огромным протяжением озера Нгами и Этоша-Пан.

В Капской колонии есть некоторые свидетельства более влажных условий в прошлом, но изменения четвертичного периода невозможно отделить от изменений исторических времен.

Прежде чем покинуть Африку, следует упомянуть интересное предположение К. У. Хобли относительно механизма изменения климата в тропических странах. Он отмечает, что северо-восточный и юго-западный муссоны простираются на высоту всего нескольких тысяч футов. Над ними очень устойчивые “пассаты”, связанные с общей циркуляцией атмосферы. В кенийской колонии они дуют с востока или немного юго-востока. “Их влияние очень заметно на высокие горы внутренних районов, такие как Кения, Килиманджаро и Элгон; ранним утром они обычно довольно ясны, но около 10 часов утра облака поднимаются с юго-востока и собираются над горами, скрывая их из виду до конца дня. Считается, что это облака, уносимые пассатами вглубь страны, и влага, которую они несут, выпадает в осадок в основном на южной и юго-восточной сторонах гор”. Хобли предполагает, что раньше здесь был почти непрерывный горный хребет,

простиравшийся на север и юг, и он улавливал влагу от пассатов, что привело к пювиальному периоду, доказательством существования этого хребта является распространение альпийских растений на ныне изолированных высоких горах. Альтернативное объяснение состоит в том, что большая сила циркуляции земли в ледниковые периоды привела к тому, что пассаты стали намного сильнее, а также распространились на более низкий уровень за счет муссонов, точно так же, как западные ветры распространились на более низкий уровень в северном Египте. Это привело бы к выпадению гораздо большего количества влаги в горах, увеличивая длину ледников, а также объем рек.

БИБЛИОГРАФИЯ

Скотт Эллиотт, Г. Ф. “Геология горы Рувензори и некоторых прилегающих регионов тропической Африки”. Q.J.G.S., 51, 1895, стр. 669.

Хобли, К. У. “Предполагаемое высыхание Восточной Африки”. Geogr. Журн., 44, 1914, с. 467.

Freydenberg, H. “Le Tchad et le Bassin du Chari.” Diss. Париж, 1908.

Passarge, H. “Die Kalahari.”

ГЛАВА XI

АВСТРАЛИЯ И НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ

Австралийский континент имеет относительно низкий рельеф, возвышающийся только над линией снегов на горе Костюшко, а следы ледников имеют относительно незначительное развитие. История региона, по-видимому, такова:

В позднечетичные времена береговая линия проходила на некотором расстоянии к востоку от Новой Зеландии, являясь пережитком гораздо более ранней связи между двумя землями. Ближе к концу третичного периода начались подвижки земли, которые подняли горный пояс восточной Австралии и образовали сухопутную связь с Тасманией и Антарктическим континентом. В то же время примерно в это же время были освоены земли на востоке и замкнутые бассейны центральной Австралии. Климат тогда был несколько теплее нынешнего, по крайней мере, на восточном побережье, поскольку австралийский барьерный риф простирался дальше на юг. Вероятно, в это время антарктический ледяной покров еще не достиг моря, и там не было плавучего льда, который является таким важным фактором охлаждения Южного океана.

Следующим этапом было понижение снежной линии на Костюшко примерно на 3000 футов ниже нынешней и развитие обширных ледников, которые опускались до 5500 футов над уровнем моря и достигали площади от 80 до 100 квадратных миль и толщины не менее 1000 футов. Тасмания также была широко покрыта льдом, вероятно, ледниками, которые сливались на низких уровнях, образуя так называемый “пьемонтский” ледяной покров, который, возможно, достигал моря. Понижение снежной линии в Тасмании оценивается в 6000 футов, что

соответствует понижению температуры на 18 ° F. Вероятно, большая часть этого понижения объясняется увеличением высоты, которая могла составлять несколько тысяч футов в Тасмании и более тысячи футов даже в Новом Южном Уэльсе. За этим оледенением, которое, вероятно, зависело от роста антарктического ледяного покрова, последовал очень длительный межледниковый период, продолжительность которого была оценена профессором Дэвидом в 100 000-2000 лет. Старые морены сильно подверглись выветриванию и обнажились, напоминая в этом отношении более древние морены Европы. Никакой информации о климате этого межледникового периода не имеется. Возможно, некоторые из четвертичных приподнятых пляжей с теплолюбивыми моллюсками, найденных в безледниковых частях Австралии, относятся к этому периоду, и если это так, то климат был теплее нынешнего по крайней мере часть времени.

За межледниковьем последовал подъем и второй, гораздо менее суровый ледниковый период, характеризующийся образованием долинных ледников на Костюшко и в Тасмании, местами достигающих моря на последнем острове. Именно в конце этого ледникового периода человек достиг Тасмании; его завершение датируется профессором. Дэвид примерно 10 000 лет назад. Он закончился периодом депрессии ниже нынешнего уровня с теплым климатом.

В засушливых внутренних районах Австралии есть свидетельства того, что когда-то, вероятно, во время максимального оледенения, осадков выпадало больше, чем сейчас, и образовалось множество озер, которые сейчас очень долгое время были сухими. Вполне возможно, что запасы артезианской воды в Австралии, которые Грегори считает “ископаемой водой”, накопленной в условиях, отличных от нынешних, являются остатками осадков того периода. Далее на север, на Яве, слои, в которых был найден знаменитый *скелет* питекантропа, предположительно нижнеледникового периода, содержат также остатки растений, похожие на те, что сейчас встречаются в горах Хассиан в Ассаме, одном из самых дождливых регионов мира с климатом. Климат Явы во время максимального оледенения, таким образом, был явно более дождливым и, вероятно, несколько более прохладным, чем нынешний.

Экстраординарная находка, на которую здесь можно сослаться, принадлежит профессору Нойхаусу, который обнаружил гигантские неровности, поцарапанные и отполированные, а также морены на *уровне моря* в западной части залива Юон, Новая Гвинея. Регион очень нестабилен и, как известно, в четвертичный период находился на гораздо более высоком уровне, возможно, 10 000 футов или более, и если морены указывают на ледники, заканчивающиеся на высоте 10 000 футов над уровнем моря, они объясняются небольшим понижением температуры и увеличением количества снегопадов.

Обращаясь теперь к Новой Зеландии, мы находим обширные ледниковые остатки на Южном острове, но не на Северном. Как и во многих других странах, четвертичный период открылся на большой высоте, которая достигала по меньшей мере 1500 футов по всей группе. Северный и Южный острова были объединены друг с другом, при этом остров Стюарт и, вероятно, также отдаленные острова, даже включая острова Чатем, образовали огромный массив суши, в несколько раз превышающий нынешнюю площадь Новой Зеландии. В южной части этого массива суши образовались обширные ледники; на востоке они не достигали нынешнего уровня моря, но на заснеженном юго-западе они простирались намного ниже его, так что конечные морены сейчас полностью затоплены; возможно, они никогда и не формировались, но обломки были унесены в море на айсбергах. Далее северные морены встречаются вблизи

нынешней береговой линии во многих местах между проливом Милфорд и Хокитикой, а моренные насыпи покрывают большую часть низменности. Еще дальше на север они отступают вглубь страны и в провинции Нельсон не встречаются ниже уровня 2000 футов у подножия озера Ротоити.

На юго-востоке была описана большая морена на южной оконечности озера Вакатипу и другие на северо-восточной оконечности озер Манапури и Те Анау, но ни одна из них не найдена ближе к морскому побережью. Площадь оледенения Новой Зеландии была по меньшей мере в десять раз больше нынешней, покрытой льдом площади, а Тасман, самый длинный ледник в Новой Зеландии, был расширен с его нынешней длины в 16 миль по меньшей мере до 30 миль. Значительная часть очевидного понижения температуры, вызванного этим оледенением, вероятно, была вызвана большой высотой, но помимо этого лед оказал заметное влияние на климат. За пределами оледенения на востоке находится толстое отложение типичного лесса, которое простирается до уровня 1000 футов по склонам холмов. Появление этого лесса указывает на степной климат с сухими, холодными южными ветрами с подветренной стороны оледенелых гор и, вероятно, также связано с увеличением площади суши. Далее на север, к северу от Окленда на Северном острове, нынешние безлесные равнины были покрыты лесами; здесь была найдена камедь Каури, по-видимому, очень старая. Субантарктические острова — Кэмпбелл, Антиподес и др. — не были покрыты ни новозеландским, ни антарктическим льдом, но сами по себе были центрами локальных сильных оледенений.

Следующим этапом было сильное оседание, во время которого ледники отступили. Земля опустилась ниже своего нынешнего уровня, приподнятые пляжи, вероятно, межледникового возраста, были обнаружены на различных высотах от 10 футов над уровнем моря в Манукау в центре Северного острова до 150 футов в Таранаки, 200 футов у мыса Паллисер, 400 футов на западном побережье Южного острова, 500 футов у утеса Амури и даже 800 футов у входа в юго-западные проливы. Это сильное затопление было связано с отложением обширных отложений гравия в реках.

За межледниковьем последовал второй период подъема. Неизвестно, как далеко это зашло. Затопленные торфяные болота были обнаружены на глубине почти 600 футов ниже уровня моря недалеко от Кентербери, но они могут относиться к ранним стадиям межледниковья, а не к послеледниковому периоду. С другой стороны, затопленные леса, которые встречаются во многих местах на побережье Новой Зеландии, очевидно, относятся к послеледниковому периоду и указывают на небольшой подъем над современным уровнем. В то же время произошло восстановление ледниковых условий, но лед был ограничен долинами и имел гораздо меньшую протяженность, чем во время первого оледенения. За этим периодом, по-видимому, последовало небольшое затопление и временный теплый период.

БИБЛИОГРАФИЯ

Дэвид, Т. W. Е. “Австралазия. Les conditions du climat aux époques géologiques.” Представитель. Конгр. Геол. Междунар., 10, 1906, с. 275-98.

Зюсмилх, К. А. “Введение в геологию Нового Южного Уэльса”. Сидней, 1914.

Gagel, C. “Beiträge zur Geologie von Kaiser-Wilhelms Land.” Beitr. geol. Erforsch. deutsch. Schutzgebieten, Berlin, 1913, H. 4.

Маршалл П. “оледенение Новой Зеландии”. Пер. Институт Новой Зеландии, 42, 1909, стр. 334.

Саленка М. Л. и др. “Die Pithecanthropusschichten auf Java.” Geol. und Paläol. Ergebnisse der Trinilexpedition (1907 und 1908). Leipzig, 1911.

ГЛАВА XII

ОЛЕДЕНЕНИЕ АНТАРКТИДЫ

Огромный антарктический континент представляет уникальную проблему для ледникового климатолога, поскольку здесь мы имеем участок суши, теоретическая линия снежного покрова которого уже находится на уровне моря и, соответственно, покрыта толстым ледяным покровом, оставляющим открытыми над его поверхностью лишь несколько горных хребтов и нунатаков, и все же в прошлом эти ледяные покровы и ледники достигали толщины на несколько тысяч футов больше и простирались дальше на север. Были выдвинуты различные предположения для объяснения этого прежнего расширения, возможно, самым примечательным из которых было то, что оно совпало с более мягким и, следовательно, более снежным климатом. Это, однако, несостоятельно, поскольку ледниковый период Земли Грэма и Южных Оркнейских островов, очевидно, является продолжением ледникового периода Огненной земли в южном направлении, который, очевидно, был вызван более холодным климатом, и его можно проследить на север вдоль Анд в тропические регионы. Более плодотворное предположение состоит в том, что, поскольку одним из наиболее мощных факторов, препятствующих накоплению снега, в настоящее время является ветер, именно уменьшение силы ветра позволило льду достичь большей толщины. Вероятно, в каком-то смысле это верно, поскольку уменьшение силы ветра связано со значительным увеличением площади антарктического континента в четвертичный период.

Мы видели, что в раннем четвертичном периоде на юге Южной Америки, а также в Австралии и Новой Зеландии наблюдалось значительное возвышение. Величина этой возвышенности увеличивалась к югу и была очень велика вблизи полярного круга. Это подтверждается соображениями, основанными на распределении живых и ископаемых животных, которые совершенно определенно указывают на сухопутную связь между Австралией и Южной Америкой в третичный и раннечетвертичный периоды, наиболее вероятно, через Антарктиду.

Первая линия доказательств - это распределение сумчатых, живущих и вымерших. Как хорошо известно, основная родина этого вида млекопитающих в настоящее время находится в Австралии и Новой Гвинее, но в третичных отложениях в Патагонии были обнаружены останки вымерших форм, известных как дасьюриды, которые родственны австралийским формам и могли прибыть только из Австралии, вероятно, через Тасманию. Во-вторых, существуют два своеобразных семейства пресноводных рыб, *Haplochitonidae* и *Galaxiidae*, первые распространены в Австралии и Южной Америке, в то время как один вид второго обитает в Новой Зеландии, Тасмании, Фолклендских островах и Патагонии. В-третьих, Беддард обнаружил тесную связь между дождевыми червями Новой Зеландии, Восточной Австралии и

Патагонии. Наконец, существует любопытное сходство между слизнями Патагонии и слизнями Полинезии.

Каково объяснение этих взаимосвязей? Предполагая, что связь с сушей существовала, это могло быть либо через Антарктиду, либо через Полинезию. Дождевые черви не могут переносить очень суровый климат, но, с другой стороны, здесь полностью отсутствуют какие-либо тропические формы, общие для Австралии и Южной Америки, а общее различие фаун показывает, что связь не могла существовать в течение очень длительного периода. Изучение океанических глубин позволяет предположить, что связь с Антарктидой более вероятна. Сравнительно небольшая возвышенность соединила бы Патагонию и Фолклендские острова с Южными Шетландами и Землей Грэма, а высота в 12 000 футов обеспечила бы обширную сухопутную связь между Австралией и противоположным побережьем Антарктиды через Кергелен. Форбс даже постулирует огромную третичную Антарктиду, в которой смогли эволюционировать несколько форм животных и растений, но, возможно, за исключением беззубых, в этом предположении нет необходимости.

Ход событий можно предварительно представить следующим образом: в позднечетвертичный период подъем по меньшей мере на 12 000 футов в Южных полярных регионах вызвал значительное увеличение площади Антарктиды, которая была объединена с Южной Америкой, с одной стороны, и Австралией, с другой. Северные берега этого континента находились далеко к северу от их нынешнего положения, и хотя внутри страны было очень холодно, на прибрежных землях поначалу стояла умеренная температура, что на короткое время позволило животным мигрировать из Австралии в Южную Америку или наоборот. Но высокие горы в глубине страны уже были покрыты льдом, и ледяные щиты постепенно сползали вниз по их склонам. Из-за небольшого количества осадков продвижение ледяных покровов было медленным, но в конечном итоге, вероятно, в позднечетвертичный период, они приблизились к побережью, и путь, по которому происходили миграции, был закрыт. Распределение животных и растений совершенно ясно показывает, что связь с сушей сохранялась и в период похолодания. Поскольку берега континента находились дальше к северу, градиент давления между полюсом и нынешним побережьем был меньше, и, следовательно, ветры были слабее. Это, а также уменьшившиеся потери в результате образования ледников позволили льду стать толще, чем сейчас.

Хедли, по-видимому, считает, что упомянутые выше миграции имели место в межледниковый период, но пласты Патагонии, в которых найдены ископаемые сумчатые, относятся к третичному, а не к четвертичному периоду. Прямых свидетельств межледникового периода в Антарктиде обнаружено не было, и, учитывая интенсивность оледенения, которое страна переживает даже сейчас, такового ожидать не приходится, и мы можем только сделать вывод из двухчастного распределения ледникового периода в Австралии, Новой Зеландии и Южной Америке — которое, по крайней мере, в Новой Зеландии, было связано с затоплением — что, вероятно, в Антарктиде было аналогичное двухчастное разделение. Норденшельд утверждает, что подводный рельеф, демонстрирующий речную эрозию, которая на Огненной земле частично сформировалась, по крайней мере, в межледниковый период, также сформировался в Западной Антарктиде. Маловероятно, что лед когда-либо полностью исчез с континента. В главе XIV мы увидим, что даже сравнительно короткий теплый период, известный как послеледниковый климатический оптимум, распространился на побережье Антарктики, и это дополнительный аргумент в пользу распространения гораздо большего межледникового

колебания на юг за пределы его известных пределов на Огненной Земле, Австралии и Новой Зеландии, но здесь этот вопрос следует оставить.

БИБЛИОГРАФИЯ

Хедли, С. “Палеографические отношения Антарктиды”. Лондон, Вып. Linnæan Soc., 124, 1911-2, стр. 80.

Лайдеккер Р. “Географическая история млекопитающих”. Издательство Кембриджского университета, 1896, стр. 125 и далее.

Дэвид, Т. W. E. “Антарктида и некоторые из ее проблем”. Лондон, Geogr. J. 43, 1914, стр. 605-30.

Норденшельд, О. “Антарктида.” Handbuch Regional Geologie, Heft 15, 1913.

ГЛАВА XIII

ЗАВЕРШЕНИЕ ЛЕДНИКОВОГО ПЕРИОДА — КОНТИНЕНТАЛЬНАЯ ФАЗА

В [главе V](#) мы оставили изучение климатической истории северной Европы на том этапе, когда лед в своем последнем наступлении снова достиг побережья Германии. Но Скандинавия теперь тонула, и кромка льда вскоре снова начала отступать. В то же время альпийские ледники уменьшились в размерах, в то время как ирландский и шотландский ледники исчезли. Это критический период перехода от ледниковых условий к умеренным, и, благодаря исследованиям шведских геологов, и особенно Г. де Гира, Х. Мунте и Гуннара Андерссона, мы очень хорошо знакомы с ним. Изменение не было равномерным; поначалу спад был очень медленным, и были периоды, когда в течение десятков лет кромка льда оставалась неподвижной или даже вновь расширялась, но в целом это время было периодом постоянного улучшения. Следующее описание основано главным образом на кратком изложении работы де Гира У. Б. Райтом.

Покинув побережье Германии, кромка льда, по-видимому, оставалась в западной части Балтийского моря, медленно отступая в течение примерно 8000 лет. Около 10 000 лет до н.э. он располагался вдоль южного побережья Швеции, а в течение следующих 2000 лет отошел примерно к 59 ° северной широты. Это была готиглациальная стадия. Наступила пауза, когда в течение 200 лет, около 8000 г. до н.э., предположительно из-за изменения климата к худшему, кромка льда оставалась на одном месте, образуя огромную морену. Затем наступил еще один период очень быстрого отступления, приледниковье длилось почти 3000 лет, за которым последовала дальнейшая остановка на некоторую продолжительность около Рагунды, около 5000 г. до н.э. После этого ледниковый покров раскололся на две части, и ледниковый период считается оконченным.

В Альпах были аналогичные периоды регресса, остановки или восстановления. Первый, известный как Бюльштадиум, соответствовал балтийскому календарю ([глава V](#)). Вторым, Гшниц-

стадион, с линией снежного покрова на 2000 футов ниже нынешнего (т. е. Средняя температура примерно на 6 ° F. ниже, чем сейчас), не датирован, но, вероятно, произошел около 8000 г. до н.э. За ним последовал более теплый период, вероятно, такой же теплый и более сухой, чем нынешний, после чего ледники вновь продвинулись примерно на 5000 лет до н.э. в третьем, или Даун-стадионе, когда линия снежного покрова опустилась на 1000 футов (температура на 3 ° F. ниже, чем сейчас).

В долине нижнего Нила отложение гравия прекратилось, а образование ила началось около 8000 г. до н.э., что указывает на то, что в это время климат северо-восточной Африки достиг своего нынешнего состояния сухости.

В настоящее время трудно дать более чем предварительное объяснение этим колебаниям климата во время фазы отступления. Северная Европа в то время переживала сложную серию географических изменений. Когда лед покинул Балтийский бассейн, последний превратился в холодное ледяное озеро с узкими выходами в Атлантику через пролив Саунд и Бельтс. В это время спад был медленным. Затем отступление льда открыло связь с Белым морем, а повышение уровня закрыло выход на запад. Вероятно, из-за этого воды стали еще холоднее, и наступила фенноскандинавская пауза. Возвышение теперь перекрыло связь с Белым морем, и в результате образовалось полностью закрытое льдом озеро. На этом этапе отступление было медленным, пока между 7000 и 6000 годами до нашей эры ледяной покров не покинул Сканию и не открылось прямое сообщение между Балтикой и Атлантикой через озера Венер и Вэттер, а климат, поначалу все еще арктический, не стал заметно теплее к 6000 году до нашей эры

В течение более чем 10 000 лет отступления, или до 6000 года до н.э., ледяной покров все еще был достаточно большим и мощным, чтобы поддерживать границу арктических антициклонических условий на своем южном краю. Во время ретрита среднегодовая температура на юге Швеции повысилась с 17 ° по Фаренгейту до 35 ° по Фаренгейту, что эквивалентно переходу с Северо-востока Гренландии на Юг Гренландии. Температура июля поднялась примерно до 43 ° F. На Северогерманской равнине все еще обитали северные олени, а также фауна и флора субарктических тундр; к концу периода среднегодовая температура поднялась до 45 ° F. Наземная флора Швеции была полностью ксерофильной, что указывает на небольшое количество осадков. Существуют также геологические свидетельства небольшого годового количества осадков на юго-западном побережье Норвегии. Этот период охватывает переход от палеолитической культуры к неолитической.

Представляется вероятным, что континентальный характер климата на заключительных этапах фазы отступления был несколько усилен астрономическими причинами, поскольку наклон эклиптики примерно в 7500 году до нашей эры был, вероятно, почти на один градус больше, чем сейчас. В Германии и Швеции это привело бы к снижению зимней температуры и повышению летней более чем на 1 ° F.

В то время как суша все еще быстро опускалась на севере Скандинавии и в Ботническом заливе, побережья Германии и Дании начали подниматься, и около 6000 г. до н.э. снова закрыли[5] выход из Балтийского моря, превратив его в большое пресноводное озеро, озеро Анкилус. Похожее озеро образовалось дальше на восток, в центральной Финляндии. В то время земли юго-западной Прибалтики были более чем на 100 футов выше, чем в настоящее время. Суша, вероятно, все еще находилась в значительной степени под влиянием сухих восточных ветров, а закрытие Атлантики усугубило континентальные условия, и этот этап в истории

климата Европы известен как “Континентальная фаза”. Зимний климат был суровым; поначалу лето было не особенно теплым (температура июля около 54 ° F на юге Швеции). Вероятно, это период формирования морен Рагунды и подъема ледников на норвежской стороне водораздела, когда снежная линия была на 200-300 метров ниже, чем в настоящее время; это было также время подъема Дауна в Альпах. Но по мере того, как суша опускалась на севере и поднималась на юге, воды в озере Анкилус отступали все дальше и дальше на север, и лето становилось жарким и пыльным, со средней температурой июля около 60 ° F. Повсюду в балтийских регионах более старые заросли Анкилуса представляют собой монотонный сосновый лес, но в верховьях Анкила за ними вплотную следует ряд растений и кустарников южного типа — черная ольха, кудрявая береза, липа и т.д. Температура продолжала повышаться, и появились дуб, норвежский клен, ясень и, наконец, в самых южных частях Швеции клен обыкновенный. Последнее названное растение было найдено ниже нынешнего уровня моря в гавани Истада.

Под влиянием этих условий остатки скандинавского ледяного покрова снова уменьшились в размерах, пока не раскололись на две части, причем разрыв произошел в Рагунде, и скандинавские геологи считают, что это знаменует конец ледникового периода в Европе. Гуннар Андерссон сравнивает климат южной Швеции в это время с Барабинскими степями в Западной Сибири, где годовое количество осадков составляет от 12 до 16 дюймов, но это кажется чрезмерной оценкой. “Карстовая” флора известняковых районов юго-восточной Европы иммигрировала в восточную Швецию в этот период, а юго-восточная Европа, вероятно, дает лучшее представление о климате Швеции в континентальную фазу. Дальше на восток, в Финляндии, Купффер описывает климат как напоминающий климат центральной России. В центральной Германии климат был сухим, со средней температурой за четыре летних месяца 63 ° F. Это напоминало климат юго-запада России. Этот период теплого лета начался в Германии раньше, чем в Швеции, и на протяжении всего этого периода Скандинавия была населена богатой лесной флорой. Орешник простирался на несколько градусов севернее своего нынешнего положения и на более высокие уровни, что указывает на июльскую температуру примерно на 7 ° F. выше нынешней. На юге Норвегии сосна простиралась на гораздо большие высоты. Но заросли плюща и тиса, границы произрастания которых зависят от зимы, а не от летней температуры, не показали такого расширения, что указывает на то, что зимы оставались суровыми. В Дании был сухой климат, довольно теплый в конце, с еловыми лесами, хотя западная Дания сейчас слишком влажная для этого дерева. На побережье Норвегии моря все еще были холодными, так что наблюдался контраст между животным миром моря и растительностью суши. В Альпах также стало тепло и сухо, и они были заселены ксерофильной флорой.

По мере того, как интенсивность ледникового антициклона уменьшалась, депрессии с Атлантики начали смещаться более северным курсом, но задержались вблизи Британских островов и существенно увеличили количество осадков. Это первый торфяно-болотный период на этих островах, когда березовые и сосновые леса, покрывавшие незаледенелые земли в холодный засушливый период, уступили место обширным зарослям торфяных болот. Южная и восточная Англия, однако, в значительной степени избежали этого влажного периода, разделив сухой климат Континента.

Об отсутствии штормов у северо-западного побережья Норвегии свидетельствуют леса, которые в этот период покрывали все самые отдаленные острова Норвегии вплоть до острова

Инго у мыса Северный. В настоящее время эти острова бесплодны, и их облесение указывает на более сухой и особенно менее штормовой климат, чем нынешний, с меньшей частотой ветров с моря. Эти условия были хорошо развиты около 5000 г. до н.э. Это период раннего неолита. Из-за большого развития лесов этот период иногда называют *траннелесным*.

История Северной Америки в позднеледниковый период была не менее сложной. Рассмотрим сначала регион устья реки Святого Лаврентия и Великих озер. По мере того как висконсинский ледяной покров отступал на месте нынешних озер, последние претерпели замечательную серию колебаний площади и стока, которые стали предметом блестящих исследований нескольких американских геологов. Первый этап начался, когда лед покинул возвышенности к югу от озер, оставив впадины, ограниченные с юга холмами, а с севера льдом. Самые ранние из них в бассейнах озер Эри и Гурон известны как первое и второе озера Моми. Они постепенно увеличивались в размерах и слились, образовав несколько серий соединенных озер, которым были даны различные названия; таким образом, озеро Уоррен простиралось значительно за пределы нынешних границ озера Эри и южного Гурона и было сковано льдом над озером Онтарио и северным Гуроном. На более позднем этапе огромное озеро Алгонкин простиралось за пределы озер Верхнее, Мичиган и Гурон и сообщалось широкими каналами с увеличенным озером Онтарио, известным как озеро Ирокез, и с озером Эри. Но еще до этого времени северные берега озер, освобожденные от большей части своего ледяного покрова, начали быстро подниматься, и в конечном итоге озера уменьшились до их нынешних размеров.

Эти обширные области ледяной воды, омывающие южные края ледяного покрова, должно быть, оказали неблагоприятное влияние на климат, сохраняя его холодным и влажным и препятствуя установлению сухих континентальных условий. Вероятно, они довольно значительно замедлили отступление льда в этих регионах, так что здесь еще долго оставались участки льда после того, как кромка отступила на север с обеих сторон. В то же время климат южнее был сухим, с эоловыми отложениями; но поскольку антициклонические ветры дули с Атлантики, свидетельства засухи не так заметны, как в Европе.

После того, как это медленное отступление продолжалось в течение значительного времени, началось затопление, известное как *“стадия Шамплейна”*, достигшее глубины не менее 600 футов и открывшее районы Святого Лаврентия широкому выходу в Атлантику, которая впадала в озеро Онтарио. Лед теперь быстро отступал под влиянием морского климата, немного более холодного, чем нынешний. По фазе этот период соответствует второму *этапу развития Скандинавии* в Иольдийском море, в то время как по времени это, вероятно, было несколько раньше. За этим последовал подъем, первым результатом которого стало прекращение поступления теплой воды и резкое понижение температуры, в точности аналогичное понижению температуры морен Рагунды, но на несколько тысяч лет раньше и, вероятно, более заметное. Продолжающийся подъем привел к длительному континентальному периоду крайней засушливости, когда на торфяных болотах восточных Штатов росли деревья, в то время как озера Большого бассейна дальше к западу были почти или полностью пересохшими. На максимуме континентальности лето, по крайней мере, было теплее, чем в настоящее время, на что указывает распространение различных видов растений и пресноводных моллюсков на север. Зимы, вероятно, были более суровыми. Возможно, сильная засушливость этого периода была частично вызвана подледниковым континентальным антициклоном, преграждавшим путь впадинам через Америку с запада на восток. На территории Большого бассейна почти не выпадало осадков, и это была безнадежная пустыня, но Атлантические штаты смогли

выращивать деревья на старых торфяных болотах, вероятно, за счет осадков, поступающих из Атлантики. Ссылаясь на разрезание ущелья Ниагара, мы можем сделать вывод, что теплый сухой период начался около 6000 г. до н.э., так что он точно соответствует континентальной фазе (*стадия анцила*) Европы. Этот засушливый период, наконец, закончился новым затоплением, “*Микмаком*”, который опустил землю примерно на двадцать футов ниже ее нынешнего уровня.

На Юконе и Аляске, где оледенение было и близко не таким сильным, как дальше на юго-восток, углубление суши под воздействием ледяного покрова и, следовательно, последующий подъем при его удалении были невелики. Не было никаких сложных географических изменений, и, соответственно, по-видимому, не было колебаний климата, а только постепенный переход к нынешним условиям.

Даже в Исландии есть признаки засушливого периода после последнего ледникового максимума, поскольку стволы деревьев, погребенные в торфяных болотах, показывают, что береза раньше имела гораздо большее распространение. Также вполне возможно, что во время отступления ледников в Европе и Северной Америке в Азии усилились пустынные условия, что, возможно, сыграло свою роль в волне неолитической миграции, которая, по-видимому, захлестнула художественные палеолитические расы западной Европы; но прямых доказательств этого у нас пока нет. Неолитическое вторжение в Европу происходило по двум основным маршрутам: нордики прошли из центра Азии к северу от Каспия, через Россию к берегам Балтики, где они стали народом кухонной навозной жижи; и альпийская раса, пришедшая из Забайкалья, к югу от Каспийского и Черного морей, в южную Европу. Северяне гнали перед собой более древнюю расу, характеризующуюся переходной культурой маглемозе, которая перешла с востока России к берегам Балтики и, в конечном счете, в Англию, где под торфом Холдернесса были найдены гарпуны типа маглемозе.

В южном полушарии континентальная фаза, по-видимому, была развита не так хорошо. Самая верхняя часть пампейского лесса, возможно, относится к послеледниковому периоду; более определенно это относится к песчаным дюнам на побережье близ Буэнос-Айреса, в которых были найдены человеческие останки вместе с костями некоторых вымерших животных. В Новом Южном Уэльсе, после отступления ледников, был период, когда суша была немного выше своего нынешнего уровня, так что стебли эвкалиптов сейчас находятся на десять футов ниже уровня моря; но нет никаких свидетельств относительно климата той стадии. В Новой Зеландии у нас нет определенных послеледниковых отложений континентального типа. Появление ксерофильных растений, таких как *ацифилла*, все еще живущих в климате, который сейчас явно влажный, может быть пережитком континентальной фазы в Новой Зеландии или может восходить к степным условиям лесса. Что касается Антарктиды, то у нас, конечно, нет никаких доказательств.

БИБЛИОГРАФИЯ

Брукс, К. Э. Н. “Эволюция климата на северо-западе Европы”. Лондон, Q. J. R. Meteor. Soc., 47, 1921, с. 173.

Райт У. Б. “Четвертичный ледниковый период”. Лондон, 1914. (Гл. 17, Позднеледниковые изменения уровня в Северной Америке.)

Bericht Internat. Геологический конгресс, Стокгольм, 1910. "Die Veränderungen des Klimas seit der Maximum des letzten Eiszeits." Многочисленные документы, касающиеся Европы и Северной Америки.

Мунте Х. "Исследования позднечетвертичной истории южной Швеции". Стокгольм, Геол. Foren. i Forh., 22, 1910, стр. 1197-1292.

Антевс Э. К позднеледниковой и послеледниковой истории Балтики. Геогр. изд., Нью-Йорк, 12, 1922, стр. 521.

ГЛАВА XIV

ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫЙ ОПТИМУМ КЛИМАТА

В большинстве полярных и умеренных регионов мира ледниковый период, по-видимому, был отделен от настоящего коротким промежутком с несколько более морским климатом. Существование этой фазы было главным моментом, подчеркнутым в большом собрании документов, представленных на Стокгольмском заседании Международного геологического конгресса, на которое часто ссылались в этом томе. Пионерская работа по этому вопросу была проделана скандинавскими геологами, и мы можем начать с обсуждения этого периода в странах, граничащих с Балтийским морем.

Около 4000 г. до н.э., по завершении континентальной фазы, упомянутой в предыдущей главе, по всей южной части Балтийского моря началось быстрое затопление, и вскоре после этого отмель, которая ранее отделяла пресные воды озера *Анкилус* от Атлантики, уступила место широкому проливу, через который воды океана текли в Балтийское море через южную Швецию. В конечном счете этот канал стал шире, чем нынешний выход между Швецией и Данией, и морское влияние проникло во все части Балтийского моря. В знак признания этого влияния Блитт назвал этот период "атлантическим этапом". О гораздо большей свободе, с которой могли проникать воды Атлантики, свидетельствует сравнение "изогалин" того периода с таковыми в наши дни. Изогалинные линии указывают на степень солености воды; современные, конечно, могут быть измерены напрямую и показывают, что в Ботническом заливе вода становится все менее соленой по мере продвижения на север, по этой причине многие виды морских моллюсков не могут жить. Изучая распределение моллюсков в *Литориновом* море, были реконструированы изогалины того периода, которые показывают, что содержание соли было намного больше, чем в настоящее время, что указывает на больший приток океанических вод.

Если мы возьмем карту, показывающую реконструкцию географии *Литторинского* времени, и применим к ней формулы, приведенные в Приложении, сравнивая наши результаты с выводами скандинавских и северогерманских геологов относительно температуры, мы обнаружим, что существует удивительно хорошее соответствие. Многие палеоботаники комментируют продление осени до нынешней зимы, что особенно характерно для более островного климата. Величины изменений в каждом случае также хорошо согласуются, за исключением, возможно,

региона Христиания и северной Дании, где геологи требуют более значительных изменений, чем те, которые рассчитаны на основе распределения суши и моря; вероятно, это объясняется более высокой температурой в водах Атлантики. Максимальное изменение, указанное в расчетах, показано на юго-западе Финляндии (зимой на 6° F. теплее, летом на 2° F. прохладнее). Финляндия описывается как страна с климатом западной Европы того времени, который мы можем принять как означающий, что зима на 8 ° теплее, лето на 3-4 ° прохладнее. Таким образом, произошел значительный переход от экстремального климата континентальной фазы с его жарким летом и суровой зимой с небольшим количеством дождей к чрезвычайно умеренному климату с прохладным летом, мягкой зимой и обильными осадками. Теплолюбивые растения, которые начали иммигрировать в более позднюю часть континентальной фазы, продолжали распространяться, и, вероятно, самые высокие средние температуры были достигнуты во время максимального затопления, но теперь их сопровождали растения, для которых необходимо большое количество осадков, и, по-видимому, среднее количество осадков на юге Швеции должно было составлять около 40 дюймов в год. В лесах вместо орешника начал преобладать дуб, а торфяные болота, которые в предшествующий засушливый период превратились в твердую поверхность, на которой смогли укорениться береза и сосна, снова увлажнились, так что деревья были заглушены зарослями болотных растений. На берегах жили люди переходного периода и раннего неолита. По мере того как суша снова поднималась, а площадь *моря* Литорины уменьшалась, климат снова становился более сухим и суровым. В Дании леса периода *Анкилуса* уступили место дубам по мере затопления суши, а также сохранились остатки двух водных растений: водяного ореха (*Trapa natans*), который больше не встречается в Дании, и *Наджас марина*, все еще обитающего в одной изолированной местности. Северная Дания была разделена на острова, среди которых образовались морские отложения, содержащие остатки южных моллюсков, многие из которых найдены в кухонной утвари. Большую часть древесины, использовавшейся человеком эпохи неолита, составлял дуб; пихты здесь мало, бука нет.

В Норвегии работа К. Бреггера познакомила нас с слоями *Лент*, которые по времени соответствуют стадии *литторины* Балтийского моря. *Tapes decussatus* сам по себе является южным видом моллюсков, и он связан с очень богатой теплолюбивой фауной. На юге Норвегии географические условия отличались от условий в Швеции, поскольку суша достигла своего самого низкого уровня относительно моря примерно в конце ледникового периода и поднималась на протяжении всего послеледникового периода. Температура морей постепенно повышается с 8 ° F. Ниже, чем в конце ледникового периода, до 4 ° F. выше, чем в более старых слоях *Лент*. Прибрежный климат на этом этапе напоминал тот, что преобладает в настоящее время на побережье северной Англии. После этого, когда суша приблизилась к своему нынешнему уровню, температура снова упала, и на верхней стадии *Лент* была всего на 2°F выше нынешней.

Теплый период, представленный слоями *Лент*, наблюдается через определенные промежутки времени вдоль западного побережья Норвегии, и мы снова находим свидетельства погружения суши одновременно с максимальной температурой. Эти условия простираются даже далеко на север, до Тромсе, за полярным кругом. На Шпицбергене есть приподнятые пляжи на высоте 30-80 футов над уровнем моря, содержащие останки моллюсков и вида *фукусов*, ни один из которых сейчас не обитает так далеко на севере. На суше есть старые торфяные болота большой толщины, хотя торфяные мхи сейчас не могут расти, так как земля никогда не оттаивает ниже глубины 6-10 дюймов. Было отмечено, что большое количество растений,

произрастающих в настоящее время на Шпицбергене, не способны дать всходы своим семенам в нынешних климатических условиях, хотя они, должно быть, делали это в прошлом. Действительно, зрелые семена некоторых видов были найдены в торфяных болотах, которые расположены одновременно с возвышенным пляжем. Таким образом, имеются свидетельства очень хорошо выраженного теплого периода, связанного с затоплением Шпицбергена.

На Земле Франца-Иосифа Нансен обнаружил приподнятые пляжи с мидиями на высоте от 10 до 20 футов над современным уровнем; сейчас эта раковина обитает не так далеко на севере. В Белом море и на побережье Мурмана также есть возвышенные пляжи с южной фауной. О теплом периоде, показанном на дне Новосибирских островов, уже говорилось (с. 79).

Возвращаясь к Британским островам, мы обнаруживаем, что на юге уровень суши был выше нынешнего на протяжении всего послеледникового периода. С другой стороны, 25-футовый пляж находится на северо-западе Англии (морское дно Формби и Лисоу), но без каких-либо данных относительно климата; то же самое относится и к 25-футовому пляжу Шотландии. Только когда мы приезжаем на северо-восток Ирландии, мы находим свидетельства того, что условия были заметно теплее нынешних, в районе Александрина дока в Белфасте, где морские глины перекрывают слои серого песка и торфа. Нижняя эстуарийная глина - это, по сути, прибрежная глина, известная как *зона скробикулярии*. Он коричневатого-голубого и песчаный, и содержит в изобилии корни и листья злакового zostера (*Zostera marina*), а также огромное количество раковин нескольких видов, обитающих между отметками прилива, что указывает на то, что сначала земля находилась примерно на 10 футов выше своего нынешнего уровня, в то время как климат не мог сильно отличаться от преобладающего в настоящее время. Он, должно быть, образовался в период постепенной депрессии, поскольку на протяжении своих шести футов или более толщины сохраняет идентичные прибрежные черты. Через некоторое время эта впадина стала более быстрой, и начала образовываться глина верхнего устья реки — светло-голубая глина, очень чистая и маслянистая, с очень богатой и хорошо сохранившейся фауной, известной как *зона Фракии*. Фауна имеет явно южный аспект и указывает на то, что на побережьях северо-восточной Ирландии температура была такой же, как в заливе Бантри, — среднегодовой показатель увеличился по крайней мере на 3 ° F. За зоной *Фракии* следует слой желтого прибрежного песка, указывающий на повторное поднятие примерно на семь футов над нынешним уровнем.

Глинистому слою верхнего устья соответствуют приподнятые пляжи высотой 25 футов на северо-востоке Ирландии, понижающиеся до 15 футов в Дублине и всего до 6-7 футов в западном Донеголе и Слайго. Моллюски указывают на несколько более высокую температуру, чем нынешняя. На пляжах были найдены кремневые скребки и наконечники стрел раннего неолитического типа.

Глядя дальше на запад, мы обнаруживаем, что Исландия, которая претерпела небольшое поднятие во время континентальной фазы, так что торф образовался ниже нынешнего уровня моря, снова опустилась на 10 или 12 футов ниже своего нынешнего уровня. Во время этого понижения температура повышалась, причем наибольшее потепление совпадало с самым низким уровнем суши. Виды с юго-западных берегов, где температура воды напрямую зависит от дрейфа в заливе, распространились на холодное северное побережье. В некоторых местах морские глины этого периода были вспаханы последующим повторным наступлением ледников.

Из Гренландии поступает множество свидетельств о послеледниковом теплом периоде, совпадающем с опусканием грунта примерно на 80 футов. На возвышенных пляжах вдоль всего западного побережья обитают моллюски, некоторые виды которых сейчас не обитают к северу от устья реки Святого Лаврентия. С другой стороны, некоторые северные виды, обитавшие у западного побережья во время максимального ледникового периода, в этот период отступили на север и не восстановились, хотя климат сейчас подходящий. Далее К. Стинструп описывает появление “мертвого льда” в нескольких местах Северной Гренландии — ледяных масс, которые отделились от своих материнских ледников из-за быстрого спада и теперь погребены под моренным веществом. Впоследствии лед снова продвинулся, и в некоторых случаях новый ледник продвинулся поверх этих масс “мертвого льда”.

Переходя к материковой части Северной Америки, мы находим в восточной Канаде колонии южных моллюсков, особенно устриц и квохогов, отделенных от их основного ареала распространения к югу от Кейп-Кода широкой областью холодных морей - заливом Мэн и заливом Фанди. В начале теплой фазы земля лежала немного ниже своего нынешнего уровня, но впоследствии поднялась над ним. Климат стал еще теплее, пока его температура не стала напоминать температуру в средних штатах Новой Англии. В то же время количество осадков уменьшилось, и торфяные болота сменились лесами лиственных пород. В бассейне Великих озер теплый период представлен отложениями гравия в ущелье Ниагара, которые по своему положению, согласно самым последним определениям, должны были образоваться примерно с 4000 по 3000 год до н.э. Эти отложения содержат раковины пресноводных моллюсков, особенно видов *Unio*, которые в настоящее время не обитают в системе Святого Лаврентия, но встречаются в притоках Миссисипи южнее. Южнее, на восточном побережье Соединенных Штатов, имеются морские отложения, указывающие на небольшое затопление, с климатом несколько более теплым, чем нынешний.

Переходя к Южной Америке, мы находим в южной Патагонии и Огненной Земле точно такие же свидетельства послеледникового опускания с более теплым климатом, чем нынешний. На приподнятых пляжах на высоте 50 футов обитают моллюски, некоторые из которых в настоящее время редки или вымерли в этой местности, а в защищенных местах все еще встречаются живые растения, ближайшие соседи которых находятся немного севернее.

Точно так же в южной и восточной Австралии есть пляжи на несколько футов выше нынешнего уровня, на которых обитают теплолюбивые виды моллюсков и которые указывают на послеледниковый теплый период. Распространение растений и морских моллюсков свидетельствует о том, что этот теплый период распространился и на Новую Зеландию. Приподнятые пляжи на высоте от 50 до 180 футов также известны из многих мест Антарктиды, и на них обитают моллюски, некоторые из которых сейчас не обитают к югу от субантарктических островов. Интересное подтверждение этому было дано Э. Филиппи по результатам исследования морского дна в четырех точках примерно на 63 ° ю.ш., 75-95 ° в. д., все в пределах нынешней границы пакового льда. Формирующийся в настоящее время осадок беден пелагическими фораминиферами и, следовательно, содержит мало извести, но этот осадок очень тонкий, а под ним гораздо больше известковой глины, особенно богатой *глобигериной*. Последнее отложение все еще формируется к северу от границы пакового льда, и Филиппи приходит к выводу, что в недалеком будущем границы льда находились южнее, что указывает на более теплые условия. Интересно отметить, что аналогичная последовательность была обнаружена в Норвежском Северном море, где бурое фораминисодержащее отложение (в

данном случае содержащее *билокулину*), как известно, подстилается, а также перекрывается не содержащей окаменелостей серой глиной, относящейся к ледниковому периоду. Наконец, что касается Капской колонии, А. У. Роджерс говорит: “Возможно, что присутствие морских моллюсков, принадлежащих к видам, которые известны только в живом виде на побережье к северу от Пондоленда, на возвышенных пляжах заливов Моссел и Алгоа, указывает на то, что море на южном побережье раньше было теплее, чем сейчас”.

Таким образом, у нас есть свидетельства периода затопления и более теплого климата, чем нынешний, из большого числа мест, включая Северный Ледовитый океан и Гренландию, умеренные побережья Северной Америки и Европы, Южный океан и Антарктиду. Эта сцена, по-видимому, отсутствует на побережьях Тихого океана с умеренным климатом, как на азиатской, так и на североамериканской сторонах, а также во всех Тропиках. Совершенно очевидно, что теплый период наступил в одно и то же время в восточной части Северной Америки и Западной Европе; в случае южного полушария у нас нет прямых доказательств этого, но во всех случаях отложения сравнительно недавние, и поскольку они явно относятся к аналогичному состоянию дел, мы можем предположить, что они относятся к одной и той же дате.

Мы знаем, что значительное изменение уровня в Балтийском регионе было вызвано в основном опусканием суши и лишь в небольшой степени подъемом уровня моря. Но в других частях света уровень затопления был удивительно равномерным в местах на той же широте и неуклонно снижался от полярных регионов примерно до 40-50 ° широты, где он равнялся нулю. Теперь такое общее изменение наводит на мысль, что поднялось море, а не затонула суша, и указывает на какую-то общую причину, которая скопила воды океанов в более высоких широтах. Возможная причина такого рода была предложена О. Петтерссоном, которую он называет “силой, порождающей приливы”, которая достигла одного из своих максимумов в 1800-летнем цикле около 3500 г. до н.э. Более подробно эта возможность будет рассмотрена в [главе XVII](#).

БИБЛИОГРАФИЯ

Bericht Internat. Геологический конгресс, Стокгольм, 1910. “Die Veränderungen des Klimas seit der Maximum des letzten Eiszeits.” Многочисленные статьи, посвященные различным областям от Арктики до Антарктики.

Брукс, К. Э. Н. “Эволюция климата на северо-западе Европы”. Лондон, Q. J. R. Meteor. Soc., 47, 1921, с. 173.

Прегер, Р. Л.Л. “Отчет об эстуарийных глинах северо-востока Ирландии”. Профессор Ирландской академии, сер. 3, том 2, 1892, стр. 212-89.

Голдтуэйт, Дж. У. “Двадцатифутовая терраса и морской утес в нижнем течении реки Святого Лаврентия”. Амер. J. Наука, серия 4, том 32, 1911, стр. 291-317.

Коулз, Х. К. “Замечательная колония северных растений вдоль реки Апалачикола, Флорида, и ее значение”. Представитель 8 Внутренний. Geogr. Конгресс, 1904, стр. 599.

Шимер Х. В. “Послеледниковая история Бостона”. Наука, серия 4, том 40, 1915, стр. 437-42.

Галле Т. Г. “О четвертичных отложениях и изменениях уровня в Патагонии и Огненной Земле”. Бюлл. Геол. Инст., Упсала, 9, 1908-9, стр. 93-117.

Зюсмилх, К. А. “Введение в геологию Нового Южного Уэльса”, Сидней, 1914.

Маршалл П. “Новая Зеландия”. Handbuch regional Geologie, Heft 5, 1911.

ГЛАВА XV

ЛЕСНОЙ ПЕРИОД ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

До сих пор мы имели дело с климатическими изменениями, которые можно с большей или меньшей уверенностью распознать в большинстве полярных и умеренных регионов мира, но теперь мы должны описать этап, который, по-видимому, был характерен для Европы и, возможно, Азии, — Лесной период. К 3000 году до н.э., или ближе к концу периода неолита, над центральными широтами Западной Европы снова произошло значительное поднятие (северные части Норвегии и Швеции все еще были на несколько сотен футов ниже своего нынешнего уровня). Южная часть Британских островов, которая оставалась слегка приподнятой со времен последнего ледникового периода, теперь поднялась почти на девяносто футов над своим нынешним уровнем; площадь Ирландии заметно увеличилась, и часть Северного моря стала сушей. Географические изменения были невелики, но их оказалось достаточно, чтобы повернуть чашу весов в сторону континентального климата на Британских островах. Более или менее полное закрытие Дуврского пролива и последовавшее за этим препятствие для свободной циркуляции Дрейфа в заливе, должно быть, оказали заметное влияние на климат в направлении континентальности. В то же время низкий уровень северной Норвегии и, возможно, сохранение теплых условий в арктическом бассейне все больше и больше притягивали впадины к самому северному маршруту, так что особенно Британские острова и, в меньшей степени, Голландия, Германия, южная Скандинавия и Россия все более устойчиво попадали под влияние антициклонических условий. Количество осадков в этих странах уменьшилось, и поверхность болот высохла настолько, что в западных странах появились леса; в Германии болотные растения заменили вересковые, в то время как в России преобладали степные условия. Нормальные метеорологические условия в то время фактически напоминали те, что были во время памятной засухи 1921 года, которая характеризовалась низким давлением и штормовыми условиями в Северном Ледовитом океане и поясом высокого давления и постоянно хорошей погоды по всей центральной Европе.

На этом этапе зимы, возможно, были суровыми, но лето было теплее нынешнего, поскольку в торфяных болотах Ирландии и Шотландии сохранились остатки деревьев, более крупных, чем все, что сейчас встречается по соседству. Ирландские болота высохли настолько, что были широко заселены; на этом горизонте были найдены дубовые дороги, а в 1883 году в Драмкелин-Бог, графство Донегол, был найден двухэтажный бревенчатый дом, окруженный оградой; он имел площадь двенадцать футов и высоту девять футов, и к нему через болото вела дорога. И дом, и проезжая часть были полностью построены из дуба. Рядом с хижинкой были найдены каменное долото и кремневый наконечник стрелы. Под полом было четырнадцать футов болота,

а над полом - двадцать шесть футов. На этот раз также было относительно небольшое движение ветра, поскольку испражнения наблюдаются даже на открытых участках горных склонов западной Ирландии, где деревья теперь будут расти только в защищенных местах вблизи уровня моря.

Еще одним свидетельством очень сухого климата этой фазы является частое появление деревьев, по-видимому, *in situ* под поверхностью пресноводных озер, как в Ирландии, так и в Скандинавии. Мне удалось изучить один очень хороший пример недалеко от Лох-Тума на северо-западе Ирландии. Необычно сухой источник понизил уровень воды, и обнажилось большое количество стволов деревьев; когда эти деревья росли, поверхность воды, должно быть, была по крайней мере на два фута ниже уровня нынешнего стока. Большинство озер, в которых встречаются эти испражнения, представляют собой неглубокие горные котловины с небольшой площадью водосбора, и если бы нынешний климат стал более сухим, они бы более или менее полностью исчезли.

Мистер Фэйргрив отметил нанесение песка ветром на западную сторону обломанных пней в затопленном лесу на побережье в южном Уэльсе, что, хотя и не является окончательным доказательством, свидетельствует о засушливых условиях. Мистер Фэйргрив также отметил направление падения двадцати одного дерева и обнаружил, что в подавляющем большинстве случаев они были повалены западными ветрами.

Лесная фаза была короткой; согласно покойному К. Рейду, суша снова начала оседать вскоре после 3000 г. до н.э., а к 1600 г. до н.э., по крайней мере в Британии, достигла своего нынешнего уровня; это переносит нас к началу бронзового века. В связи с теорией Эллсворта Хантингтона о том, что сырость Ирландии снижает энергию ее жителей, интересно отметить, что этот засушливый период, по-видимому, соответствует легендарной Героической эпохе, когда энергия ирландцев достигла невиданного с тех пор уровня. Цивилизация в Скандинавии, по-видимому, также выиграла от более сухих условий, поскольку скандинавская техника быстро достигла высокого уровня примерно в 1800 году до н.э. Но, хотя есть свидетельства значительной морской торговли с Великобританией и Ирландией, в то время, по-видимому, сухопутное сообщение между различными частями Скандинавии было сравнительно небольшим. На самом деле для первобытного человека густой лес с густым подлеском был почти непроходим. Но в конце лесной фазы и начале фазы торфяных болот деревья ослабевали в условиях, становившихся неблагоприятными. Такие вымирающие леса характеризуются отсутствием подлеска и молодых деревьев и обеспечивают безопасное и легкое наземное сообщение. Соответственно, мы обнаруживаем, что к 1500 году до нашей эры в Скандинавии развилось значительное движение по суше.

Хотя у нас нет прямых доказательств, метеорологические условия очень убедительно свидетельствуют о том, что сухой пояс простирался через всю Россию в Сибирь как отмеченный период высыхания, возможно, худший, чем любая засуха исторического периода. В настоящее время Сибирь получает осадки в основном из впадин, которые пересекают Россию со стороны Балтийского или Черного морей и проходят по хорошо заметному маршруту к северу от гор Центральной Азии. Но в лесной период эти тропы были заброшены, и большая часть впадин проходила на северо-восток от побережья Норвегии в Северный Ледовитый океан. Результатом, должно быть, стало значительное уменьшение количества осадков на континенте. Позже мы увидим (глава XIX), что этот период засухи имел необычайное значение в истории человечества.

Ибо во время влажной морской фазы центральная и восточная Европа, а также, вероятно, Азия были широко заселены неолитическими кочевниками арийской и семитской рас, в то время как долины великих рек юга были во владении плотного земледельческого населения на более продвинутом уровне цивилизации. Поскольку климат становился все более сухим, а пастбища сокращались, земля была не в состоянии прокормить такое большое кочевое население, и произошел большой всплеск набегов и завоевательных экспедиций, направленных на юг и запад, в результате чего в богатых регионах Месопотамии и соседних странах возникла череда империй, которые легли в основу нашей истории. Начало истории Китая также, около 2500 г. до н.э., показывает, что в это время оседлые народы этой страны испытывали трудности с кочевниками внутренних районов.

БИБЛИОГРАФИЯ

Рид К. “Затопленные леса”. Издательство Кембриджского университета, 1913.

Льюис Ф. Дж. “История шотландских торфяных мхов и их связь с ледниковым периодом”. Эдинбург, Шотландия. Geogr. Mag., 22, 1906, p. 241.

ГЛАВА XVI

“КЛАССИЧЕСКИЙ” МАКСИМУМ ОСАДКОВ С 1800 г. до н.э. По 500 г. н. э.

Примерно в 1800 году до нашей эры, или в начале бронзового века в Британии, проседающая земля наконец достигла примерно своего нынешнего уровня. В то же время климат Западной Европы ухудшился, став намного более влажным и дождливым, и наступил период интенсивного торфообразования в Ирландии, Шотландии и северной Англии, Скандинавии и Северной Германии, известный как период торфяных болот или Верхний Турбарий. Торфяные пласты заглушили и уничтожили леса, которые росли на старых торфяных болотах, и выросли над подстилками и поваленными стволами, так что у нас есть два слоя торфа, разделенных старым лесом. На уровне леса найдены изделия эпохи неолита, в торфе - золотые ошейники, бронзовые мечи и булавки, а также другие предметы бронзового века. Этот рост продолжался даже на возвышенностях, которые ранее не были покрыты торфом, поскольку профессор Генри сообщает нам, что на Коппед-Маунтин, недалеко от Эннискиллена, и в других местах Ирландии найдены пирамиды из камней и курганы бронзового века, покоящиеся на скале и покрытые несколькими футами болота. Залежи торфа на фризских дюнах между двумя слоями выдуваемого песка датируются примерно 100 годом до нашей эры, а некоторые болота на севере Франции образовались в римский период. Существуют также некоторые сильно оспариваемые современные латинские свидетельства того, что во времена римской оккупации климат Британии был влажным и заболоченным, в то время как Гиббон (“Закат Римской империи”), ссылаясь на климат центральной Европы в начале христианской эры, указывает на некоторые свидетельства того, что климат был более холодным. Дело в том, что Рейн и Дунай часто замерзали, так что туземцы без труда переправлялись через них с кавалерией и

повозками, хотя в настоящее время этого никогда не происходит. Вполне возможно, что этот суровый климат упоминается в германской легенде о “Сумерках богов”, когда мороз и снег правили миром на протяжении многих поколений. Скандинавские саги указывают на аналогичный холодный период в Скандинавии. Это изменение климата произошло в раннем железном веке, примерно с 650 по 400 год до нашей эры, когда произошла быстрая деградация высокоразвитой скандинавской цивилизации бронзового века. Это ухудшение культуры, вероятно, было прямым результатом возросшей суровости климата.

Этот плювиальный период стал предметом специальных исследований Эллсворта Хантингтона в нескольких важных книгах и статьях; он находит свидетельства отчетливо плювиального периода в трех регионах — Средиземноморье, центральной и юго-западной Азии, а также в районе, включающем юг Соединенных Штатов и север Мексики. В первом из них, “Средиземноморье”, Хантингтон считает, что греко-римские цивилизации росли в период повышенного количества осадков, который продолжался примерно с 500 г. до н.э. по 200 г. н.э. Эти государства смогли развиваться в условиях относительного мира, потому что в это время не было крупных вторжений кочевых народов из Восточной Европы или Центральной Азии, что указывает на хорошее количество осадков в этих сравнительно засушливых регионах, так что их жителям не нужно было эмигрировать в поисках средств к существованию. В самом Средиземноморье обильные осадки создали прочную сельскохозяйственную базу, которая породила крепкую расу крестьян, из которых получились хорошие солдаты. Из-за большего циклонического контроля климата и, как следствие, переменчивой погоды, эти жители были более энергичными духом и телом, поскольку исследования Хантингтона показали, что длительные периоды однообразной погоды, будь то ясная или дождливая, неблагоприятны для энергии человека. Наконец, более сильные дожди поддерживали постоянный сток в реках, обеспечивая обильные запасы хорошей питьевой воды. В Греции эти условия нарушились раньше, чем в Италии, поскольку в последней естественно, выпадает больше осадков. Хантингтон считает, что упадок Греции был в значительной степени вызван малярийным отравлением: уменьшение количества осадков привело к остановке речного стока летом, в результате чего изолированные водоемы стали местом размножения комаров.

После 200 года н.э. климат Италии также ухудшился. Уменьшение количества осадков в сочетании с постепенным истощением почвы делало выращивание пшеницы все более и более трудным для мелкого земледельца, и фермы перешли в руки крупных землевладельцев, которые обрабатывали их рабским трудом, а вместо пшеницы либо выращивали виноград, либо оливки, либо разводили крупный рогатый скот. Сельскохозяйственное население тяготело к Риму и нескольким другим крупным городам, и его приходилось кормить импортной пшеницей. Сокращению, вероятно, способствовало распространение малярии, как в Греции.

В Северной Африке и Палестине этот вопрос более дискуссионен. К. Негро, который исследовал предполагаемое высыхание Киренаики, приходит к выводу, что климат не менялся со времен Римской Империи, но тщательное изучение его свидетельств показывает, что его выводы открыты для критики. Все, что он доказал, это то, что не было заметного *прогрессирующего* уменьшения количества осадков примерно с 200 г. н.э.; он проигнорировал возможность значительных колебаний до и после этой даты. В Северной Африке, кажется, трудно поверить, что великие города древности могли существовать в современных климатических условиях, но когда мы обращаемся к Пальмире в сирийской пустыне, у нас есть практически неопровержимое доказательство в виде огромных акведуков,

построенных для того, чтобы доставлять из горных источников в город большие объемы воды, которые эти источники больше не доставляют, так что даже там, где они остались нетронутыми, по акведукам теперь течет лишь тонкая струйка.

В Персии мы находим многочисленные руины, которые указывают на гораздо большее население две тысячи или более лет назад. Это население жило сельским хозяйством, и остатки их ирригационных сооружений сейчас находятся в регионах, где никогда не бывает проточной воды. Даже нынешнее немногочисленное население едва ли может прожить на нынешних осадках в стране, и невероятно, что гораздо большее население, о котором свидетельствуют эти разрушенные города, могло существовать без гораздо большего запаса воды. На то же состояние указывают разрушенные города в великих пустынях Центральной Азии. Эти города были заселены земледельцами, и остатки вспаханных полей, террас и ирригационных сооружений изобилуют в местах, где запасов солоноватой воды сейчас едва хватило бы для питья такому большому населению. Хантингтон также тщательно изучил уровень воды в Каспийском море в классические времена и обнаружил, что там был большой период половодья, продолжавшийся с неизвестной древности примерно до 400 года нашей эры.

В Центральной Азии есть только один регион, где в классические времена население, по-видимому, было меньше, чем сейчас, и это высокогорный бассейн Кашмира. Хантингтон указывает, что в настоящее время этот бассейн находится вблизи предела развития сельского хозяйства, и любое понижение температуры и увеличение количества снегопадов вынудят жителей покинуть его. Но местные легенды указывают на такой период в далеком прошлом, соответствующий периоду повышенной обитаемости центральноазиатских пустынь; в конце его происходили обширные миграции из Туркестана в Кашмир.

Переходя к Америке, мы подходим к интересному свидетельству совсем другого класса — я имею в виду “большие деревья” (*секвойи*) Калифорнии. Поскольку эти деревья живут в полузасушливом климате, количество осадков является главным фактором их роста, что находит выражение в ширине годовых колец, измеряемой на пне дерева при его срубке. Метод использования этих данных был разработан А. Э. Дугласом. Сначала было проведено тщательное сравнение между измерениями колец и количеством осадков, измеренным на соседних станциях, и была разработана формула, с помощью которой количество осадков за каждый год можно было реконструировать по росту деревьев с высокой степенью точности. При экстраполяции для определения количества осадков за более ранние годы, предшествовавшие началу измерений количества осадков, приходилось вносить различные поправки, например, деревья растут быстрее в молодом возрасте, чем в старом, в то время как деревья, которые, вероятно, доживут до преклонного возраста, поначалу растут медленнее, чем деревья, которые умирают моложе. Эти методы были применены к почти двум тысячам “больших деревьев”, возраст некоторых из которых, как было обнаружено, составляет четыре тысячи лет, но отмечается, что поправки исключают любое прогрессивное изменение климата, которое могло произойти, так что результаты показывают только “циклы” большей или меньшей продолжительности. Подводя итог, Хантингтон говорит: “Судя по тому, что мы видели о сегодняшнем количестве осадков и его связи с ростом секвой, высокие участки их кривой (роста), по-видимому, указывают на периоды, когда зимы были длиннее, чем сейчас, когда штормы начинались раньше осенью и продолжались позже весной, и когда середина зимы характеризовалась значительным развитием холодной континентальной области высокого давления, которая отеснила штормы из преобладающей зоны западных ветров далеко в

субтропические регионы и, таким образом, заставила субтропические условия вторгнуться в то, что сейчас является зоной экваториальных дождей". Пренебрегая более поздними благоприятными периодами, которые относительно коротки и неважны, обнаруживается, что эти условия очень заметно преобладали между 1200 годом до н.э. и 200 годом н.э., с максимумами около 1150 года до н.э., 700 года до н.э. и с 450 года до н.э. по 250 год до н.э.

Таким образом, на большей части умеренных регионов северного полушария мы имеем свидетельства значительного периода дождей между крайними пределами 1800 г. до н.э. и 400 или 500 г. н.э. Этот период лучше всего развивался с 1200 г. до н.э. по 200 г. н.э. и достиг своего максимума около 400 г. до н.э. Он представляет собой замечательную волну климатических изменений, которой до сих пор нет адекватного объяснения. Несколько похожая, хотя и менее интенсивная волна, которая произошла около 1200-1300 гг. н.э. и которая описана в следующей главе, была связана Вольфом с большой вспышкой солнечных пятен, имевшей место около 1200 г. н.э. Хорошо известно, что солнечные пятна являются показателем солнечной активности, поскольку солнечное излучение больше во время максимума пятна, чем во время минимума пятна. Повышенная солнечная радиация увеличивает испарение над океанами, в результате чего воздух становится более влажным. Этот влажный воздух разносится атмосферными потоками над сушей, где влага конденсируется в облака и значительно увеличивает количество осадков. В то же время облачный покров частично поглощает прямое солнечное тепло, и мы сталкиваемся с любопытным парадоксом, заключающимся в том, что во времена максимума солнечных пятен, или наибольшей солнечной радиации, температура поверхности Земли самая низкая.

Описанная выше связь, однако, чрезвычайно проблематична для регионов с умеренным климатом. Поскольку абсолютный максимум солнечных пятен в 1200 году н.э. также весьма сомнителен, следует понимать, что доказательства гипотезы солнечных пятен о средневековом максимуме осадков чрезвычайно скудны. Более того, поскольку мы абсолютно ничего не знаем о солнечной активности во время классического максимума осадков, у нас еще меньше возможностей распространить гипотезу о солнечных пятнах и на этот период.

Интересная теория, недавно выдвинутая О. Петтерссоном, о которой уже упоминалось, обеспечивает правдоподобное альтернативное объяснение сурового штормового климата периода торфяных болот, который достиг максимума около 400 г. до н.э. Не вдаваясь в подробности, эта теория заключается в том, что сила приливов зависит от взаимного положения солнца и Луны, и приливы наиболее сильны, когда они действуют совместно, а также когда они ближе всего к земле. Это колебание силы проходит через различные циклические колебания с периодами в девять лет, около девяностолет и около 1800 лет, хотя продолжительность периодов не постоянна. Последний цикл наиболее важен для наших целей; согласно расчетам Петтерссона, колебания "силы, порождающей приливы" были следующими:

Максимумы	3500 г. до н.э.	2100 г. до н.э.	350 г. до н.э.	1434 г.н.э.
Минимумы	2800 г. до н.э.	1200 г. до н.э.	530 г.н. э.	

Увеличение диапазона приливов означает увеличение циркуляции в водах мирового океана, особенно увеличение обмена между теплыми водами Северной Атлантики и холодными водами Арктики. Это также означает, что необычное количество льда переносится из высоких широт в низкие. Широкие локальные колебания температуры поверхностных вод океанов вызывают

усиление циклонической активности, и, следовательно, мы можем ожидать в целом усиления штормовой обстановки в периоды максимальной “силы, порождающей приливы”, и наоборот - в периоды минимальной.

Для последнего максимума (1434 г. н.э.) Петтерссон смог привести множество исторических свидетельств усиления штормовых явлений на северо-западе Европы и плохих ледовых условий вблизи Исландии и Гренландии, в то время как Хантингтон обнаружил увеличение количества осадков, о чем свидетельствуют большие деревья Калифорнии. Следующий предшествующий максимум, пришедшийся на 360 год до н.э., отмечает кульминационную точку фазы торфяных болот. Скандинавские саги и германские мифы указывают на суровый климат около 650 г. до н.э., который уничтожил раннюю цивилизацию. Это были “Сумерки богов”, когда мороз и снег правили миром на протяжении поколений. Этим периодом был ранний железный век, когда цивилизация на северо-западе Европы сильно деградировала.

От максимума 2100 года до н.э. не осталось и следа. Возможно, что великое затопление Атлантики в морской фазе связано с максимумом приливов в 3500 году до н.э., но масштабы явлений были настолько больше, чем у более поздних максимумов, что вряд ли это могло быть единственной причиной.

Минимумы должны были характеризоваться периодами относительно спокойного стабильного климата с небольшим количеством льда вблизи Исландии и Гренландии. О том, что последний минимум, в 530 году н.э., был именно таким периодом, свидетельствуют высокий уровень, достигнутый цивилизацией в тот период в Скандинавии и возрождение в Ирландии. Опять же, около 1200 г. до н.э., в начале фазы зарастания торфяных болот, есть свидетельства значительного морского сообщения между Скандинавией и Ирландией. Ирландский музей недавно обнаружил клад золотых предметов, датированных примерно 1000 годом до нашей эры, рисунки на которых указывают на скандинавское происхождение. Минимум 2800 лет до н.э., пришедшийся на фазу Лесного периода, возможно, способствовал засушливому климату того периода, но в остальном не оставил никаких следов.

Хотя на первый взгляд эффект, который пытается объяснить Петтерссон, кажется несоизмеримым с малостью его причины, совпадения после 2000 г. до н. э. чрезвычайно интересны и предполагают, что после того, как распределение суши и морей достигло своей нынешней формы, астрономическая причина, приведенная Петтерссоном, возможно, была эффективной, но до этой даты астрономическая причина, если она существовала, была замаскирована гораздо большими климатическими колебаниями из-за изменений в распределении суши и морей.

Часто высказывалось мнение, что “классические” и “средневековые” максимумы количества осадков были явлениями, аналогичными ледниковому периоду, но менее интенсивными. Эта точка зрения часто доводится до логического завершения, согласно которому тридцатипятилетний цикл, одиннадцатилетний и еще меньшие климатические циклы также являются частью одной и той же серии и что ледниковый период и, скажем, трехлетняя периодичность выпадения осадков, следовательно, обусловлены изменениями одного и того же фактора, в данном случае солнца. Однако это логическое продолжение теории совершенно несостоятельно. Одиннадцатилетняя периодичность, по общему признанию, связана с колебаниями солнечной активности, но существуют и другие циклы, которые полностью независимы от таких колебаний, такие как, например, годовое изменение всех

метеорологических элементов, которое полностью зависит от наклона земной оси. Количество льда у берегов Исландии составляет 4,8 года, полупериод которого в точности равен расстоянию, пройденному водой, участвующей в циркуляции в Северной Атлантике, деленному на скорость, с которой она перемещается. Следовательно, нет *априорных* оснований предполагать, что причина ледникового периода была идентична причине максимумов осадков в классическую эпоху и Средневековье. Далее, в последнем случае главным явлением было увеличение количества осадков; понижение температуры было просто случайным, но в ледниковый период выдающейся особенностью было значительное понижение температуры в полярных и умеренных регионах, и в данном случае случайным было увеличение количества осадков.

БИБЛИОГРАФИЯ

Льюис, Ф. Дж. “История шотландских торфяных мхов и их связь с ледниковым периодом”. Эдинбург, Шотландия. Geogr. Mag., 22, 1916, p. 241.

Брукс, К. Э. Н. “Корреляция четвертичных отложений Великобритании с отложениями Европейского континента”. Ann. Rep. Смитсоновский институт, 1917, стр. 277.

Хантингтон, Эллсворт. “Пульс Азии”. Бостон и Нью-Йорк, 1907.

-. “Климатический фактор, проиллюстрированный в засушливой Америке”. Вашингтон, Институт Карнеги, 1914.

-. “Мировая власть и эволюция”. Нью-Хейвен, 1919, стр. 186-207.

Петтерссон О. “Климатические изменения в историческое и доисторическое время”. Svenska Hydrogr.-Биол. Komm. Skrifter, Heft 5.

ГЛАВА XVII

КЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ С 500 г.

Вопрос о климатических изменениях в течение исторического периода был предметом многочисленных дискуссий, и несколько выдающихся метеорологов и географов пытались доказать, что по крайней мере примерно с 500 года до нашей эры заметных изменений не было. Признается, что имели место перемещения центров населения и цивилизации, сначала из Египта и Месопотамии в средиземноморские регионы, а затем в северную и западную Европу, но это объяснялось главным образом политическими причинами, и особенно подъемом ислама и правлением “проклятого турка”. Однако недавно возник ряд свидетельств, которые нельзя объяснить политическими причинами и которые, по-видимому, решили исход битвы в пользу сторонников перемен; я имею в виду свидетельства деревьев, описанные в предыдущей главе. Выводы, сделанные на основе данных о больших деревьях Калифорнии, превосходно согласуются с археологическими работами в Центральной Америке, Центральной Азии и других

регионах и показали, что более крупные вариации даже сравнительно недавнего времени были очень обширными, если не охватили весь мир, в своем развитии.

Давайте сначала рассмотрим свидетельства существования деревьев. Они указывают на то, что после влажного периода, закончившегося около 400 г. н.э., описанного в предыдущей главе, количество осадков было в целом незначительным примерно до 1000 г. н.э., когда оно резко возросло, вероятно, до уровня, достигнутого в 1 г. н.э. (Поправка на возраст затрудняет точное сравнение периодов, разделенных тысячами лет.) Этот период обильных дождей длился около пятидесяти лет, за которым последовало постепенное снижение до кратковременного минимума незадолго до 1200 года нашей эры. Около 1300 года произошел еще один быстрый подъем, достигнув максимума до 1350 года; период сильных дождей продолжался некоторое время после 1400 года, когда начался спад, достигнув минимума в 1500 году, после чего количество осадков несколько восстановилось и впоследствии поддерживалось примерно на нынешнем уровне, с небольшим максимумом примерно с 1600 по 1645 год.

В пустыне Аризоны, в регионах, в настоящее время слишком сухих для сельского хозяйства, есть множество руин, которые Хантингтон относит к трем периодам:

(a) Руины Пуэбло, датируемые незадолго до прихода испанцев (т.е. около 1600 г. н.э.) и указывающие лишь на увеличение населения в нынешних центрах.

(b) Руины более древней цивилизации, названной Хантингтоном паяританской, во времена которой многочисленные жители жили в местах, где в настоящее время невозможно выращивать сельскохозяйственные культуры. “Эти люди, как явствует из их керамики, черепов и методов ведения сельского хозяйства, принадлежат к цивилизации, отличной от цивилизации современных пуэбло, которые населяли Гран-Квиверу во времена прихода испанцев. Очевидно, они исчезли задолго до этой даты, о чем свидетельствуют нынешние руины их деревень и отсутствие какого-либо намека на их существование в ранних летописях страны” (Geogr. Журнал, 40, 1912, стр. 396).

Самые большие руины этого типа неизменно находятся вблизи основных дренажных линий. Они состоят из деревень с многоэтажными домами. Но, копая под этими руинами, мы находим (c) следы более древнего занятия, и руины примитивного типа также встречаются на плато, удаленных от чего бы то ни было, за исключением небольших долин. “Обычно они небольшие, сильно разрушены и, похоже, относятся ко времени, намного предшествующему основным большим руинам”. Хантингтон называет этот тип хохокам; к сожалению, это занятие и занятия паджаритан нельзя точно датировать, но разумно связать их с максимумами осадков, показанными деревьями, примерно во времена Христа, с 1000 по 1300 год нашей эры.

Аналогичная последовательность была обнаружена в окрестностях Мехико. Самый ранний след заселения - грубая “горная керамика” из обычного речного песка и гравия. На смену этим отложениям приходит более мелкий песок с более совершенной керамикой, известной как тип “Сан-Хуан”, над которой находится культурный слой с остатками домов. Это покрыто слоем “тепетате”, белого известкового налета, часто встречающегося в засушливых регионах, где испаряется много воды. Гравий указывает на периодические сильные дожди в засушливых странах. Керамика Сан-Хуана распространена по всему “тепетате”, что, вероятно, соответствует засушливому периоду 400-1000 гг. н.э. в Калифорнии.

Исторические записи в Мексике восходят к приходу ацтеков в 1325 году нашей эры. Они показывают, что в 1325 году и снова в 1446 году уровень Мексиканского озера был высоким, но к концу пятнадцатого века уровень воды был намного ниже. В 1520 году она снова была высокой; в 1600 году она была низкой, но высокой с 1629 по 1634 год. С 1675 по 1755 год был длительный засушливый период. В целом климат 300-600 лет назад, по-видимому, был более влажным, чем сегодня.

Еще дальше на юг, на полуострове Юкатан, недавние исследования дали чрезвычайно интересные результаты. Юкатан находится в пределах пояса дождей и покрыт почти непроходимыми лесами. Климат здесь изнуряющий и нездоровый, а нынешним жителям сильно не хватает энергии. Однако в лесу были найдены руины девяти столетий двух городов, некоторые из них огромных размеров, и все они замечательны красотой, а также основательностью своей архитектуры.

Эти руины принадлежат великой цивилизации майя. Хантингтон кратко резюмировал историю майя следующим образом: “Сначала у нас был длительный период активного развития, в течение которого эволюционировал календарь и постепенно развивались искусство архитектуры и скульптуры.... Это время заметного роста, должно быть, предшествовало христианской эре. Затем наступает... строительство великих городов Копан, Киригуа, Тикаль и других. Эти первые крупные города находились в южной части ареала майя, на границах Гондураса или в восточной Гватемале. Они просуществовали, возможно, три или четыре столетия; затем быстро пришли в упадок. Насколько у нас есть какие-либо свидетельства, цивилизация так и не возродилась в этом южном районе, поскольку сооружения того великого периода не были восстановлены более поздними жителями. К концу периода величия центр культуры майя переместился на север.... Великий период, согласно Боудичу, длился со 100 года до нашей эры по 350 год нашей эры ... затем наступило время очень низкой цивилизации, длившееся веками.... Примерно в 900 или 1000 году н.э. последовало возрождение, и архитектура снова достигла высокого уровня, но ... только на севере Юкатана; вся остальная страна, похоже, оставалась во тьме. Более того, это средневековое возрождение было относительно недолгим. С тех пор состояние майя более или менее менялось, но в целом наблюдался упадок”.

В настоящее время самое густое и прогрессивное население юкатана проживает в самой засушливой части страны, где лес сменяется джунглями. Если бы линия разделения между джунглями и лесом была перенесена на юг на 300 миль, то первая включала бы в себя все районы, где сейчас находятся руины. Из приведенного выше резюме мы видим, что процветающими периодами истории майя были как раз те периоды, которые в Калифорнии были влажными; на Юкатане они, должно быть, были засушливыми. Объяснение Хантингтона - теория "смещения климатических поясов"; во время периода дождей в Калифорнии тропы штормов умеренного пояса были смещены дальше на юг. В то же время субтропический пояс высокого давления, который в настоящее время лежит над Вест-Индией, также сместился на юг, и это принесло на Юкатан сухую прохладную зиму с усилением контраста времен года и, следовательно, более бодрящий климат.

В Азии Хантингтон и другие исследователи обнаружили аналогичные следы прошлых изменений климата, увлекательный отчет о которых приведен в “Пульсе Азии”. Место не позволяет привести подробное изложение, но можно привести следующие общие выводы: [6]

“Если мы опустим Волгу и европейскую часть Каспийского бассейна, границы (шести рассматриваемых бассейнов) лежат на расстоянии более тысячи шестисот миль друг от друга с севера на юг и более трех тысяч с востока на запад. Вся эта огромная территория, по-видимому, была подвержена одним и тем же сильным волнам климатических изменений.

“В древние времена, когда река Окс впадала в Скифский залив расширяющегося Каспийского моря, а озеро Гельджук постоянно впадало в Тигр, озеро Сейистан не было превращено гигантами в сушу. В Кашмире было так холодно и снежно, что сельское хозяйство было невозможно.... В бассейне реки Лоб были полноводными; Лобнор не был "Большим соленым озером"; пустыня была сравнительно небольшой, а зона растительности обширной; и со всех сторон здесь были плотность населения и степень процветания, намного превосходящие сегодняшние. И в Турфанском бассейне, вероятно, было то же самое.

“В первые века христианской эры в шести бассейнах произошли великие перемены. Озера Гельджук, Сейистан, Каспий, Лобнор и, предположительно, Турфан значительно уменьшились в размерах. В случае с первыми тремя участками старого русла озер использовались в качестве площадок для строительства деревень. За исключением Кашмира, изменение климата, похоже, привело к катастрофе

“Снова произошла перемена (около 700 года н.э.). Процесс высыхания привел к небольшой, но важной тенденции к увеличению количества осадков и снижению температуры. Кашмир стал более холодным и заснеженным, а следовательно, и более изолированным; реки Лоб и Турфан приобрели больший объем; а озера Лоб, Каспий и Турфан снова расширились. Пригодность для жизни в засушливых регионах начала возрастать; миграции прекратились; и какое-то время Центральная Азия процветала. Наконец (около 1350 г.) произошло последнее и малейшее изменение в другом направлении, и сегодня мы, кажется, находимся в разгар эпохи сравнительного равновесия, без заметной тенденции к изменению климата ни в ту, ни в другую сторону”. Однако в начале семнадцатого века на Каспии был период сравнительно высокого уровня воды.

В Европе труднее отследить свидетельства климатических изменений в исторические периоды, поскольку колебания количества осадков оставляют меньше следов во влажной стране, чем в засушливой или полусухой. Определенное количество материала приведено Брюкнером в его “Klimaschwankungen”. Он обнаружил, что с 1595 по 1610 год произошло значительное продвижение альпийских ледников, в то время как два итальянских озера без выхода, Лаго ди Фучина и озеро Тразимено, достигли высокого уровня примерно в одно и то же время. Другие свидетельства для западной Европы получены из даты сбора урожая вина и из записей о суровых зимах. Как и кривые роста больших деревьев, они нуждаются в многолетней коррекции, чтобы изменить общий наклон кривой, особенно в случае суровых зим, но более крупные неровности, вероятно, соответствуют реальным изменениям климата. Я добавил в колонку 4 количество зим с морским льдом на некоторой части датского побережья, сведенных в таблицу на основе записей, составленных капитаном К. И. Х. Шпиршайдером. Результаты в целом согласуются со столбцом 3, особенно в том, что они показывают, что период 1401-50 годов был относительно мягким; но первая половина семнадцатого века меньше, а не больше, чем две соседние по этому столбцу.

Данные об урожае вина относятся к среднему показателю за период 1816-80 годов; - указывает на то, что сбор урожая был на столько дней раньше обычного, что соответствует высокой летней

температуре (с мая по август). Таблица показывает, что холодных зим было особенно много в первой половине двенадцатого века и снова в тринадцатом. Конец пятнадцатого века был отмечен жарким летом и мягкой зимой, или более теплым климатом; начало семнадцатого века - холодными (предположительно снежными) зимами и прохладным летом. Таким образом, периоды увеличения количества осадков в засушливых регионах Азии и Америки были отмечены более холодным климатом в дождливых регионах Западной Европы.

1. Период, около 50 лет.	2. Дата сбора винограда.	3. Количество суровых зим.	4. Зимы со льдом на побережье Дании.	5. Примечания.
825		4		
875		7		
925		5		
975		6		
1025		6		
1075		10		
1125		15		Холодных зим
1175		10		
1225		13	}	
1275		13	}	Холодные зимы
1325		13	13	
7 }		13	11	
4	1425	+5	13	
7	1475	2	Теплые	1525
+2,9	10	5	1575,	
14,	1425,	17,	11 }	
Холодные	1675,	+2,7,	,	Холод
+0,1,	+2.7	15	14 }	
1725		10	5	
1775	- 0,2	—	22	
1825	- 0,9	—	21	

Дата разлива реки Двина в Митау регистрировалась с перерывами с 1530 по 1709 год и регулярно с этой даты, и эти цифры обсуждались Рикатчефом. Пересчитав их в нашу единицу измерения в пятьдесят лет, мы находим, что средние даты равны:

1551-1600	1601-50	1651-1700	1701-50	1751-1800	1801-50
29	30	5	марта,	марта,	28 марта,

Это снова указывает на холодный период примерно в начале семнадцатого века.

Климат Исландии и Гренландии в средние века был предметом многочисленных споров, точка зрения о том, что за этот период произошли значительные изменения, горячо поддерживалась одной стороной и столь же горячо оспаривалась другой стороной. Аргументы в пользу изменения климата были хорошо изложены О. Петтерссоном[7]. Римские авторы (Плиний, Солин и др.) писали, что около Туле (Исландия) было замерзшее море, но группа монахов, посетивших остров около 795 г. н.э. в период с февраля по август, когда в исландских водах льда обычно больше всего, обнаружила, что побережье свободно, хотя в дне пути к северу они наткнулись на замерзшее море. В девятом веке скандинавы регулярно посещали Исландию и время от времени плавали вокруг нее, по-видимому, без помех со стороны льдов. Первые поселенцы с некоторым успехом занимались сельским хозяйством. Однако в тринадцатом веке сообщения о появлении льда у берегов Исландии стали частыми — очевидно, условия были хуже, чем в наши дни, и гораздо больше, чем в восьмом и девятом веках. По словам Рабо, из древних записей следует, что значительные площади, возделываемые в десятом веке, сейчас покрыты льдом. Первое распространение ледников произошло в первой половине четырнадцатого века. В пятнадцатом и шестнадцатом веках климат Исландии несколько улучшился, но в семнадцатом произошел повторный спад, который примерно в 1640 или 1650 годах уничтожил несколько ферм. С тех пор произошло небольшое отступление.

Ледовые условия Гренландии тесно связаны с условиями Исландии, и записи о норвежской колонизации Гренландии подтверждают выводы, сделанные на последнем острове. Вплоть до конца XII века лед почти никогда не упоминается в отчетах о путешествиях, хотя сейчас он является большим препятствием. Эрик, первый исследователь Западной Гренландии, провел три зимы подряд на островах в заливе Джулианехааб (60 ° 45' северной широты), а летом исследовал страну; "это нельзя объяснить иначе, чем предположением, что полярные льды в те дни не достигли мыса Фарвелл и западного побережья Гренландии". В тринадцатом веке лед впервые конкретно упоминается как опасность для судоходства, а в конце четырнадцатого века древнескандинавский парусный маршрут был окончательно заброшен из-за льда в пользу другого, более южного. Вскоре после этого норвежские колонии были стерты с лица земли миграцией эскимосов на юг. Даже в самой Норвегии четырнадцатый век был временем неурожая и политических проблем, когда кукурузу приходилось импортировать из Германии, а не экспортировать в Исландию, как в прежние годы.

Следует отметить, что Х. Х. Хильдебрандссон считает выводы Петтерссона недействительными[8] на основании неполноты записей.

Для южного полушария наши записи, естественно, гораздо реже и менее древние, чем для северного полушария, и до тех пор, пока не будут исследованы годовые кольца деревьев, мы не сможем продолжить наше исследование дальше шестнадцатого века. Однако из некоторых

исследований муниципальных архивов Сантьяго-де-Чили, 33½ ° южной широты, опубликованных Б. В. Маккенной в 1877 году, мы можем сделать вывод, что общий ход изменений с 1520 года был аналогичен ходу изменений в соответствующих регионах Северной Америки. Сантьяго расположен в полузасушливом регионе, где остро ощущается временная нехватка воды: среднегодовое количество осадков составляет всего 364 мм (14,3 дюйма). Однако первые путешественники не упоминают конкретно о засухе, и в 1540 году Педро де Вальдивия пересек пустыню Атакама с колонной войск и скота без каких—либо неудобств - подвиг, который в наши дни был бы трудным. В 1544 году были сильные дожди и наводнения в июне. Следующий рекорд приходится на 1609 год, когда зафиксировано еще одно сильное наводнение на реке Мапачо, которое повторилось девять лет спустя, в 1618 году. Первая зарегистрированная засуха произошла в 1637-1640 годах; в 1647 году произошло еще одно наводнение, после которого последовала серия сильных засух, прерываемых редкими наводнениями, которые продолжались до конца восемнадцатого века. Первая половина девятнадцатого века снова была сравнительно дождливой. Таким образом, записи указывают на влажный период, пришедшийся примерно на 1600 год, за которым последовал засушливый период в восемнадцатом веке, точно параллельный записям из Соединенных Штатов и Европы.

БИБЛИОГРАФИЯ

Хантингтон Э. “Климатический фактор, проиллюстрированный в засушливой Америке”. Вашингтон, Институт Карнеги, 1914.

-. “Изменчивый климат Северной Америки”. Геогр. J. 40, 1912, стр. 264, 392.

. “Пульс Азии”. Бостон и Нью-Йорк, 1907.

-. “Мировая власть и эволюция”. Нью-Хейвен, 1919.

Петтерссон О. “Климатические колебания в историческое и доисторическое время”. Svenska Hydrogr.-Биол. Komm. Скрифтер, Ч. 5.

Rabot, Ch. “Essai de chronologie des variations glaciaires.” Бык. géogr. исторический и описательный журнал, № 2, 1902.

Brückner, E. “Klimaschwankungen seit 1700” ... Вена, 1890 год.

Hildebrandsson, H. H. “Sur le prétendu changement du climat européen en temps historique.” Упсала, Nova Actae Regiae Soc. Sci. (4), том 4, № 5, 1915.

Брукс, К.Э.Н. “Историческое сообщение об изменениях климата в Чили”. Вашингтон, Департамент Сельское хозяйство, Бюро погоды США, Ежемесячный прогноз погоды, № 47, 1919, стр. 637.

ГЛАВА XVIII

КЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

Происхождение человека от обезьяноподобного предка[9] общепризнано, но из-за неполноты палеонтологических данных мы все еще пребываем в неведении относительно обстоятельств, в то время как место обычно указывается расплывчато, как где-то в Азии, а время - как поздний третичный период (проф. Дж. Эллиот Смит помещает его недалеко от Сиваликских холмов в миоцене). В течение этого раннего периода мы ограничиваемся предположениями, в которых мы можем разумно использовать полученные нами факты о климатических изменениях.

Главная проблема, требующая объяснения, заключается в том, почему древесный предок человека покинул надежное убежище и легкие источники пищи в своем первобытном лесу и отправился на равнины. Статья профессора Дж. Баррелла[10] из Йельского университета дает правдоподобный отчет об изменениях, объясняя их необходимостью, а не выбором. Его теория заключается в том, что предок человека жил в лесах, раскинувшихся по всей Азии, тогда обширной хорошо орошаемой равнине, в среднетретичный период. Затем постепенное поднятие Гималаев и других горных хребтов привело к уменьшению количества осадков в Центральной Азии, так что в конечном итоге леса не смогли процветать и постепенно уступили место степным условиям. Изменение было достаточно медленным, чтобы дать менее специализированным обитателям леса время изменить свои привычки и эволюционировать в формы, подходящие для земной жизни, и главным из животных, воспользовавшихся этим благодатным периодом, был дочеловек. Вынужденные жить на земле, с уменьшающимися запасами пищи, только самые прогрессивные особи смогли выжить, и эволюция была быстрой. Изменяющийся тип был спасен от поглощения огромной массой исходного типа в лесах, которые продолжали существовать дальше на юг за непроходимой стеной гор. Майор Черри[11] считает, что имеется достаточно доказательств того, что часть этой эволюции происходила на морском побережье, в среде, которая была бы гораздо более благоприятной для маленького обезьяноподобного животного, чем открытая степь. Вполне вероятно, что самые ранние миграции, подобные той, которая привела *питекантропов* на Яву, происходили вдоль побережья. Но через некоторое время, когда возросшая интеллектуальная мощь и использование примитивных каменных орудий позволили человеку перейти в наступление на более крупных животных, центр деятельности переместился в степи. Известный взгляд на раннее развитие человека отстаивал У. Д. Мэтью,[12] который пишет: "Принимая во внимание данные, почерпнутые из исторических записей, из традиций, из современного географического распределения высших и низших рас людей, из физической и физиологической адаптации всех и особенно высших рас, кажется справедливым заключить, что центром расселения человечества в доисторические времена была центральная Азия, к северу от великих Гималайских хребтов, и что когда из-за прогрессирующей засушливости этот регион превратился в пустыню, он был перенесен в регионы, граничащие с ним на востоке, в том числе в Африке". юг и запад. Мы можем далее предположить, что окружающей средой, в которой первоначально эволюционировал человек, был не влажный тропический климат, а умеренный и более или менее засушливый, постепенно становившийся холодным и сухим в ходе его эволюции. В этом регионе и при этих условиях раса впервые достигла господства, которое позволило ей распространиться последовательными волнами миграции в самые отдаленные части земли".

Мы ничего не знаем о миграциях эолитических и более ранних палеолитических рас, за исключением того, что они быстро распространились по значительной части земли. Как миграция, так и эволюция, особенно ментальная эволюция, должно быть, были ускорены происходившими большими изменениями климата. В межледниковый период Миндель-Рисса мы знаем о двух типах: пилтдаунском человеке (*Eoanthropus dawsoni*) и гейдельбергском человеке (*Homo heidelbergensis*), причем последний был настоящим человеком, хотя, вероятно, и не происходил по прямой линии эволюции от *Homo sapiens*. Стресс, вызванный последующим вторым ледниковым периодом, был слишком велик для *эоантропов*, которые, по-видимому, вымерли, но *Homo*, вероятно, азиатского или африканского типа, похожего на *H. Heidelbergensis*, выжил. Следующей формой, связанной с мустьерскими орудиями, является неандерталец (*H. neanderthalensis*), который очень походил на современного человека, а все остатки рас, живших впоследствии до последнего оледенения, принадлежат современному человеку (*H. sapiens*), включая великолепных кроманьонцев и негроидную расу гримальди. Таким образом, каждое оледенение было отмечено шагом вверх по шкале человечества; означает ли это, что приход сверхчеловека зависит от очередной ледниковой эпохи?

БИБЛИОГРАФИЯ

Баррелл Дж. “Вероятная связь климатических изменений с происхождением третичного обезьяночеловека”. Научный ежемесячник, Нью-Йорк, 4, 1917, стр. 16.

Мэтью, У. Д. “Климат и эволюция”. “Анналы Нью-Йоркской академии наук”, 24, 1915, стр. 212.

Лондон, Британский музей. “Путеводитель по ископаемым останкам человека....” Лондон, 1918.

ГЛАВА XIX

КЛИМАТ И ИСТОРИЯ

Примечательным фактом в истории человечества является то, что цивилизация зародилась в регионах, которые в настоящее время населены в основном отсталыми расами, и центры прогресса с течением времени перемещались из одной страны в другую. Многие случайные факторы — положение на торговых путях, обладание особыми полезными ископаемыми и так далее, несомненно, сыграли в этом свою роль, но нетрудно показать, что климатические колебания также сыграли свою роль.

Блестящее исследование Эллсворта Хантингтона^[13] показало, что существуют определенные оптимальные климатические условия, которые наиболее подходят для эффективной работы. Эти условия, которые были определены путем анализа производительности труда на американских фабриках, были затем обнаружены как раз такими, которые преобладают в наиболее прогрессивных регионах земного шара, расположенных в умеренных штормовых поясах, и на определенных примерах показано, что колебания положения этого штормового пояса совпадали с колебаниями в центрах цивилизации. Можно привести несколько дополнительных примеров этого.

Начало цивилизации можно обоснованно отнести к переходу от палеолита к неолитическому типу, переходу, который включал в себя гораздо больше, чем просто полировку каменного оружия. Это включало также зарождение сельского хозяйства, грубую керамику, а позже - одомашнивание животных. Одним из самых ранних известных неолитических городов, вероятно, является Анау, недалеко от Аскабада в Закаспии, раскопанный Пумпелли в 1904 году. Судя по толщине скопившихся обломков, дата первого поселения определяется 8000 годом до н.э. или ранее, то есть 10 000 лет назад, или в период, который в Европе относят к заключительным стадиям вюрмского оледенения. Временные оценки Пампелли основаны на тщательном сравнении с накоплениями в Мерве и других городах. В настоящее время среднегодовое количество осадков в этой части Туркестана составляет менее десяти дюймов в год, страна практически пустынна и совершенно непригодна для сельского хозяйства. Но поскольку остатки ледяного покрова все еще лежали над Скандинавией, а впадины тянулись более южным курсом вдоль Средиземноморского бассейна и в южную Азию, осадков было значительно больше, и климат в целом больше подходил для прогрессивной расы. Вначале мы обнаруживаем, что эта неолитическая раса жила в прямоугольных домах, построенных из однородных высушенных на солнце кирпичей; они были искусными гончарами, выращивали злаки, но сначала без домашних животных.

Начало неолитической цивилизации на Крите Эванс относит примерно к 12000 году до н.э., в то время как на основе раскопок де Моргана в Сузах в Персии Монтелиус относит зарождение неолитической культуры в этой части Азии примерно к 18000 году до н.э. В Сузах отложения имеют толщину 130 футов, из них верхние 40 футов охватывают период в 6000 лет.

Таким образом, мы видим, что то, что можно рассматривать как великий шаг от дикости к цивилизации, произошло, когда нынешние центры прогресса в Европе и Америке все еще находились в ледниковом периоде. В то время климат южной Азии, должно быть, напоминал нынешний климат северо-западной Европы по обильным осадкам и ежедневным колебаниям погоды - фактически, районы, где зародилась цивилизация, вероятно, имели в то время самый благоприятный климат в северном полушарии.

С исчезновением ледяных покровов и установлением мягкого климата морской фазы неолитическая культура быстро распространилась по Европе, и к 2000 году до н.э. даже балтийские регионы были хорошо заселены, и вполне вероятно, что арийская раса развивалась в российских степях. Примерно в это же время Анау был заброшен из-за усиливающейся засушливости.

Однако с наступлением бронзового века в Западной Европе, около 1800 г. до н.э., климат снова стал более холодным и дождливым, что соответствует фазе торфяных болот или "классическому" максимуму количества осадков, а кульминацией ухудшения стало раннее железное время. Этот период был отмечен великим распространением арийских народов на юг и положил начало Героической эпохе Греции. Расы Средиземноморья, как мы видели, продолжали процветать в течение всего этого периода дождей, и их могущество не уменьшалось до его окончания, примерно в 400 году нашей эры. Это падение было ускорено, если не вызвано давлением кочевых народов, изгнанных из Азии усиливающейся засухой. Эти азиатские миграции включали в себя великие походы татарских орд и, при поддержке религиозного энтузиазма, завоевания мусульман.

Раннее средневековье, после падения Рима, по-видимому, характеризовалось сухим теплым климатом. Это была эпоха викингов, когда скандинавские расы достигли господства в Западной Европе, в конце концов вторгнувшись и оккупировав обширные территории Франции и Великобритании и даже распространив свою власть на Сицилию. С увеличением холода и влажности, достигших “средневекового” максимума осадков, произошел последний всплеск миграции скандинавов, в результате которого родина стала бедной и малонаселенной, и центр активности и прогресса снова оказался в руках народов Средиземноморья, и особенно в Италии и Испании. Татарские нашествия прекратились, и на фоне растущей мощи Европы мусульманская волна схлынула. В конце этого дождливого периода политическое господство снова переместилось на север. С того времени колебания климата имели второстепенное значение, и, соответственно, не было значительных перемещений политической власти с широты на широту.

БИБЛИОГРАФИЯ.

Тайлер Дж. М. “Новый каменный век в Северной Европе”. Лондон, 1921.

Хантингтон, Эллсворт, “Мировая мощь и эволюция”. Нью-Хейвен, 1919.

Хэддон, А. К., “Странствия народов”. Издательство Кембриджского университета, 1919.

ПРИЛОЖЕНИЕ

К КОЭФФИЦИЕНТАМ ТЕМПЕРАТУРЫ

Для расчета вероятной температуры января или июля в любой момент времени следует использовать следующую процедуру:

Нарисуйте окружность вокруг точки с угловым радиусом десять градусов (т. е. Установите компас так, чтобы он охватывал десять градусов широты) и разделите ее на две половины линией, проходящей с севера на юг через центр. С помощью кальки в квадрат или иным способом измерьте: (а) количество льда по всему кругу; (b) количество земли в западной половине; (с) количество земли в восточной половине. (а) выражается в процентах от площади всего круга; (b) и (с) в процентах от площади полукруга.

Термин “лед” включает ледяные щиты, такие как Гренландия или Антарктида, а также замерзшее море или моря, плотно покрытые паковым льдом; последнее значение может варьироваться в разные месяцы.

Затем температура в январе или июле рассчитывается по следующей формуле:

Температура = базовая температура + коэффициент оледенения. х%. коэффициент оледенения + коэффициент оледенения к западу. х%. коэффициент оледенения к западу + коэффициент оледенения к востоку. х процентов. земли к востоку.

Базовые температуры и соответствующие коэффициенты приведены в следующей таблице.

При расчете эффекта данного незначительного изменения распределения суши и моря нет необходимости использовать базальную температуру. Вместо этого уравнение можно рассматривать как дифференциальное, а изменение температуры из-за изменения рельефа суши и льда вычислять на основе цифр в столбцах 3-5. Цифры приведены в абсолютных градусах, $273^{\circ}\text{O} = 32^{\circ}\text{F}$. Чтобы перевести разницу в градусы Фаренгейта, умножьте на 1°8 .

Широта.	Базальная температура. (Акватория).	Коэффициент льда.	Суша, западный коэффициент.	Суша, восточный коэффициент.
Ян.	а.			
70 Н.э.	298,8	- 0,49	- 0,43	- 0,20
60	277,4	- 0,07	- 0,31	- 0,01
50	276,8	- 0,09	- 0,29	0,09
40	282.5	—	- 0.17	0.04
30	289.6	—	- 0.08	0.03
20	294.2	-	- 0,01	— 0,01
10	298,6	-	— 0,01	0,03
0	299,3	—	0,01	0,00
10 С.	298,2	-	0,04	— 0,01
20	296,2	—	0.07	0.00
30	—	0,06	0,03	40
289,3	289.3	—	0.09	.
Июль.				
70 Н.	279,3	- 0,16	0,02	0,02
60	280,7	—	- 0,01	0,11
50	285,8	—	0,04	0,06
40	291,1	—	0,05	0,07
30	296,8	—	0,08	- 0,01
20	297,6	—	0,07	0,02
10	298,8	—	0,03	- 0,01
0	298,6	—	0,02	- 0,01
10 С.	296,9	—	0,04	- 0,03
20	293,1	—	0,02	- 0,02
30	288,2	—	0,01	- 0,01
40	284,0	-	0,00	— 0,03

В случае расчета эффекта сравнительно незначительных и нерегулярных изменений распределения суши и морей в ограниченной области, таких как изменения в *Литторинском* море, упомянутые на стр. 128, может оказаться, что десятиградусный круг слишком широк для использования, поскольку изменения от суши к морю в одной точке сводятся на нет изменениями от моря к суше в другой, более удаленной точке. В таком случае можно использовать меньшую единицу измерения, такую как окружность радиусом в пять градусов. В качестве грубого приближения можно сказать, что влияние превращения квадратной мили суши в море или *наоборот*, на температуру соседней точки обратно пропорционально ее расстоянию. Поскольку площадь пятиградусного круга составляет четверть площади десятиградусного круга, в то время как среднее расстояние от территории, составляющей его, составляет половину, мы должны разделить наши коэффициенты регрессии на два, чтобы соответствовать новым данным.

Этот метод был применен для получения вероятного распределения температуры на берегах *Литторинского* моря при его максимальной протяженности и дал результаты, которые удивительно хорошо согласуются с результатами, рассчитанными геологами на основе данных о животном и растительном мире того времени.

См. Лондонский Q. F. R. Meteor. Соч., 43, 1917, стр. 169-171.

Напечатано в Великобритании фирмой Jarrold & Sons, Ltd., Норвич.

СНОСКИ:

- [1] В дальнейшем под этим термином мы будем понимать только ту его часть, которая отвечает за тепловые эффекты.
- [2] Если фигуру земли скорректировать в соответствии с ее скоростью вращения до образования ледяных покровов, последнее сделает ее слишком вытянутой, и возникнет тенденция к корректровке за счет переноса массы к экватору.
- [3] В последнее время это было предметом многочисленных дискуссий. Краткое изложение см. в Science Progress, 17 октября 1922 г., стр. 233.
- [4] Леверетт, Ф. (см. Библиографию).
- [5] Смотрите ссылку на Antevs в этой связи.
- [6] “Пульс Азии”, стр. 356. Смотрите также новую работу Э. Хантингтона, озаглавленную “Климатические изменения”.
- [7] “Климатические изменения в историческое и доисторическое время”.
- [8] “Sur le prétendu changement du climat européen en temps historique.”

[9] Или лемуруподобный предок. Есть свидетельства того, что предком человека было ночное животное, запас пищи которого зависел от фаз Луны.

[10] “Научный ежемесячник”, Нью-Йорк, 4, 1917, стр. 16-26.

[11] “Научный прогресс”, 15, 1920, стр. 74.

[12] “Климат и эволюция”.

[13] “Цивилизация и климат”.

ПРИМЕЧАНИЕ ПЕРЕПИСЧИКА

Очевидные типографские и пунктуационные ошибки были исправлены после тщательного сравнения с другими встречающимися в тексте текстами и ознакомления с внешними источниками.

Некоторые дефисы в словах были незаметно удалены, некоторые добавлены, поскольку предпочтение было отдано оригинальной книге.

За исключением указанных ниже изменений, все орфографические ошибки в тексте и непоследовательное или архаичное использование были сохранены.

Стр. 64: "мощное убеждение" заменено на "мощную конвекцию".

Стр. 97: "и Огненная земля" заменено на "и Огненная земля".

Страница 103: "Горы Дракенберге" заменены на "Горы Дракенсберг".

Страница 150: "современные Пуэбло, которые" заменены на "современные пуэбло, которые".

Стр. 166: "коэффициенты" заменены на "коэффициенты".